

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 2 月 1 3 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 3 5 0 3 6
Application Number:

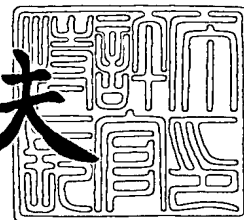
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 3 5 0 3 6]

出 願 人 トヨタ自動車株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 2 月 1 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 020917JP

【提出日】 平成15年 2月13日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F02D 29/02

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

 【氏名】 片岡 顕二

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

 【氏名】 日下 康

【特許出願人】

 【識別番号】 000003207

 【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100107331

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 中村 聡延

 【電話番号】 03-5524-2323

【選任した代理人】

 【識別番号】 100099645

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 山本 晃司

 【電話番号】 03-5524-2323

【選任した代理人】

 【識別番号】 100104765

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 江上 達夫

 【電話番号】 03-5524-2323

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 131957

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関の停止始動制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 機関停止時に圧縮行程及び／又は膨張行程となる気筒の燃焼室内に燃料を供給して停止制御を行う停止制御手段と、

前記機関の停止制御時に、前記気筒の燃焼室内の燃料が燃焼されない状態で排出されると予測される場合には、前記燃料の排出を防止する未燃燃料排出防止手段と、

前記機関始動時に前記気筒の燃焼室内に供給された前記燃料を燃焼させる燃焼手段と、

前記燃焼手段により得られる燃焼圧及び／又はモータを利用して前記機関の始動を行う始動手段と、を備えることを特徴とする内燃機関の停止始動制御装置。

【請求項 2】 前記燃料が燃焼されない状態で排出されると予測される場合とは、前記機関の停止制御中にイグニションスイッチがオフとなった場合であることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の停止始動制御装置。

【請求項 3】 前記停止制御手段は、前記機関動作中に、前記圧縮行程及び／又は前記膨張行程となる気筒の燃焼室内に燃料を供給し、前記機関停止時に、前記圧縮行程、及び／又は前記膨張行程となる気筒で停止するようにクランク角度位置を調整する手段をさらに備えることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の内燃機関の停止始動制御装置。

【請求項 4】 前記未燃燃料排出防止手段は、前記機関停止時に前記圧縮行程又は前記膨張行程となる気筒が排気行程を通過すると予測される場合には、前記圧縮行程又は前記膨張行程となる気筒の燃焼室内に供給された燃料が排出されるのを防止することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の内燃機関の停止始動制御装置。

【請求項 5】 前記機関は、排気バルブを開閉する開閉手段をさらに備え、前記機関停止時に前記圧縮行程又は前記膨張行程となる気筒が排気行程を通過すると予測される場合には、前記開閉手段は、前記排気バルブを閉じて、前記圧縮行程又は前記膨張行程となる気筒の燃焼室内に供給された燃料が排出されるのを

防止することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の内燃機関の停止始動制御装置。

【請求項 6】 前記未燃燃料排出防止手段は、前記機関停止時に前記圧縮行程又は前記膨張行程となる気筒が排気行程を通過すると予測される場合には、前記圧縮行程又は前記膨張行程となる気筒の燃焼室内に供給された燃料が排出される前に、前記燃焼手段により前記燃料を燃焼させて前記燃料の排出を防止することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の内燃機関の停止始動制御装置。

【請求項 7】 前記始動手段は、第 1 の始動条件が成立したときには、前記燃焼手段により得られる燃焼圧を利用して前記機関を始動し、

前記未燃燃料排出防止手段は、前記気筒の燃焼室内の燃料が燃焼されない状態で排出される前に、前記燃焼手段により前記燃料を燃焼させて前記燃料の排出を防止することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の内燃機関の停止始動制御装置。

【請求項 8】 前記始動手段は、第 2 の始動条件が成立したときは、前記燃焼手段により得られる燃焼圧及びモータを利用し、且つ所定の時期に前記機関への燃料の供給を開始して前記機関を始動し、

前記未燃燃料排出防止手段は、前記気筒の燃焼室内の燃料が燃焼されない状態で排出される前に、前記燃焼手段により前記燃料を燃焼させて前記燃料の排出を防止することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の内燃機関の停止始動制御装置。

【請求項 9】 前記燃焼手段によって前記気筒の燃焼室内の燃料を燃焼させたときに発生する前記機関トルクを吸収するトルク吸収手段をさらに備えることを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載の内燃機関の停止始動制御装置。

【請求項 10】 前記トルク吸収手段は、前記燃料の燃焼により生じるトルクを受けて回転する前記機関の回転方向とは逆回転方向に、前記モータからのトルクを付与することを特徴とする請求項 9 に記載の内燃機関の停止始動制御装置。

【請求項 11】 前記機関は、前記未燃燃料排出防止手段の実行時に警告表示を行う手段をさらに備えることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか一項

に記載の内燃機関の停止始動制御装置。

【請求項 12】 前記機関は、前記未燃燃料排出防止手段の実行終了後に前記機関を停止させる手段を備えることを特徴とする請求項 11 に記載の内燃機関の停止始動制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、内燃機関の停止始動制御装置に関し、停止時に特定気筒へ供給された燃料が燃焼されない状態で排出されるのを防止する未燃燃料の排出防止技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

近時、環境保全若しくは省資源エネルギー化等の観点から、アイドリング時の燃料消費量及び排出ガスの低減などを図るため、車両が停止すると内燃機関（以下、「エンジン」ともいう。）を自動停止し、停止状態から発進指示があるとエンジンを自動的に再始動して車両を発進させるエンジン停止始動制御装置が知られている。この制御は、「アイドリングストップ」などとも呼ばれている。

【0003】

アイドリングストップ技術を自動的に行う場合、エンジンの始動時の必要エネルギーを最小とするためには、エンジンの停止位置を制御することが有効であることがわかってきている。エンジン始動時の必要エネルギーを最小とすることにより、モータジェネレータ（MG）などの、アイドリングストップ後のエンジン始動装置を小型化できるとともに、電気エネルギーを少なくすることでバッテリーの寿命を長くすることができるという利点がある。

【0004】

また、エンジンの速やかな始動を行う方法として、エンジン停止時に膨張行程気筒の燃焼室内に燃料を供給しておき、始動時にその燃料を燃焼させ、そのとき生じる燃焼圧を利用して始動時のクランクトルクを発生させるエンジン始動装置が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0005】

【特許文献1】

特開 2002-4985 号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、エンジン停止時に、膨張行程気筒の燃焼室内に燃料供給をしていたとしても、その後、運転者によりイグニションスイッチのオフ操作がなされた場合には、次の始動時は、運転者がイグニションスイッチのオン操作によってスタータを回し、このとき生じるスタータのトルクによるエンジン始動となる。

【0007】

このとき、スタータのクランキング動作によりクランクシャフトが回されるため、その気筒の燃焼室内に供給された燃料が燃焼されることなく排気ポートを通じて排出されてしまい、エミッションの悪化を招くという問題点がある。

【0008】

本発明は、以上の点に鑑みてなされたものであり、停止時に特定気筒へ供給された燃料が燃焼されない状態で排出されるのを防止する内燃機関の停止始動制御装置を提供することを課題とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明の1つの観点では、内燃機関の停止始動制御装置は、機関停止時に圧縮行程及び／又は膨張行程となる気筒の燃焼室内に燃料を供給して停止制御を行う停止制御手段と、前記機関の停止制御時に、前記気筒の燃焼室内の燃料が燃焼されない状態で排出されると予測される場合には、前記燃料の排出を防止する未燃燃料排出防止手段と、前記機関始動時に前記気筒の燃焼室内に供給された前記燃料を燃焼させる燃焼手段と、前記燃焼手段により得られる燃焼圧及び／又はモータを利用して前記機関の始動を行う始動手段と、を備える。

【0010】

上記の停止始動制御装置は、例えばアイドリングストップ制御などに好適に使用することができ、機関の停止制御において、機関停止時に圧縮行程及び／又は

膨張行程となる気筒の燃焼室内に燃料を供給しておく。この燃料は、次の機関始動時に駆動力を生成するために予め供給されるものである。そして、機関の始動時には、それら燃焼室に供給しておいた燃料を燃焼させて得られる燃焼圧及び／又はモータによる駆動力で機関を始動させる。但し、そのように予め気筒内に供給しておいた燃料が燃焼されることなく排出される場合には、エミッションの悪化などが生じるので、その燃料の排出を防止する。なお、気筒内に予め供給しておいた燃料が燃焼されることなく排出される場合とは、例えば圧縮行程及び／又は膨張行程にある気筒に燃料が供給されて停止している状態で、イグニッションスイッチがオフされた場合や、停止制御に失敗して予定の機関停止位置に停止できない場合などである。

【0011】

上記の内燃機関の停止始動制御装置の一態様では、燃料が燃焼されない状態で排出されると予測される場合とは、前記機関の停止制御中にイグニッションスイッチがオフとなった場合である。イグニッションスイッチがオフされると、次の機関始動はモータによるクランキングとなる。そして、この場合に機関始動を行うと、モータによりクランクシャフトが回されるため、機関停止時に圧縮行程及び／又は膨張行程となる気筒の燃焼室内に封入された燃料は燃焼されることなく排気ポートを通じて排出されてしまう可能性がある。よって、燃料が燃焼されない状態で排出されると予測される場合とは、機関の停止制御中にイグニッションスイッチがオフとなった場合とすることができる。

【0012】

上記の内燃機関の停止始動制御装置の他の一態様では、前記停止制御手段は、前記機関動作中に、前記圧縮行程及び／又は前記膨張行程となる気筒の燃焼室内に燃料を供給し、前記機関停止時に、前記圧縮行程及び／又は前記膨張行程となる気筒で停止するようにクランク角度位置を調整する手段をさらに備える。これによれば、機関停止時には、燃焼室に燃料が供給された気筒が圧縮行程及び／又は膨張行程で停止する。よって、次の機関始動時には、それらの気筒に対して点火を実施して燃料を燃焼させることにより機関始動のための駆動力を発生させることができる。

【0013】

上記の内燃機関の停止始動制御装置の他の一態様では、前記未燃燃料排出防止手段は、前記機関停止時に前記圧縮行程又は前記膨張行程となる気筒が排気行程を通過すると予測される場合には、前記圧縮行程又は前記膨張行程となる気筒の燃焼室内に供給された燃料が排出されるのを防止する。機関の停止制御は、停止時に圧縮行程又は膨張行程となる気筒に対して燃料を供給しておき、次回始動時にその燃料を燃焼させて駆動力を発生させるものであるが、停止制御に失敗し、機関停止時にそれら燃料を供給した気筒が排気行程を通過する場合には、未燃燃料が排気されてしまうので、それを防止する。

【0014】

上記の内燃機関の停止始動制御装置の他の一態様では、前記機関は、排気バルブを開閉する開閉手段をさらに備え、前記機関停止時に前記圧縮行程又は前記膨張行程となる気筒が排気行程を通過すると予測される場合には、前記開閉手段は、前記排気バルブを閉じて、前記圧縮行程又は前記膨張行程となる気筒の燃焼室内に供給された燃料が排出されるのを防止する。この態様によれば、停止制御において燃料を供給しておいた気筒が排気行程まで至ると予測される場合には、排気バルブを閉じておくことにより、未燃燃料が排出されることを防止する。

【0015】

上記の内燃機関の停止始動制御装置の他の一態様では、前記未燃燃料排出防止手段は、前記機関停止時に前記圧縮行程又は前記膨張行程となる気筒が排気行程を通過すると予測される場合には、前記圧縮行程又は前記膨張行程となる気筒の燃焼室内に供給された燃料が排出される前に、前記燃焼手段により前記燃料を燃焼させて前記燃料の排出を防止する。この態様によれば、停止制御において燃料を供給しておいた気筒が排気行程まで至ると予測される場合には、未燃燃料を強制的に燃焼させてしまうことにより、未燃燃料が排出されることを防止する。

【0016】

上記の内燃機関の停止始動制御装置の他の一態様では、前記始動手段は、第1の始動条件が成立したときには、前記燃焼手段により得られる燃焼圧を利用して前記機関を始動し、前記未燃燃料排出防止手段は、前記気筒の燃焼室内の燃料が

燃焼されない状態で排出される前に、前記燃焼手段により前記燃料を燃焼させて前記燃料の排出を防止することができる。

【0017】

上記の内燃機関の停止始動制御装置の他の一態様では、前記始動手段は、第2の始動条件が成立したときは、前記燃焼手段により得られる燃焼圧及びモータを利用し、且つ所定の時期に前記機関への燃料の供給を開始して前記機関を始動し、前記未燃燃料排出防止手段は、前記気筒の燃焼室内の燃料が燃焼されない状態で排出される前に、前記燃焼手段により前記燃料を燃焼させて前記燃料の排出を防止することができる。

【0018】

上記の内燃機関の停止始動制御装置の他の一態様では、前記燃焼手段によって前記気筒の燃焼室内の燃料を燃焼させたときに発生する前記機関トルクを吸収するトルク吸収手段をさらに備えることができる。これにより、燃焼手段により未燃燃料を燃焼させたときに生じるトルクを吸収して、車両の振動などを抑制することができる。

【0019】

上記の内燃機関の停止始動制御装置の他の一態様では、前記トルク吸収手段は、前記燃料の燃焼により生じるトルクを受けて回転する前記機関の回転方向とは逆回転方向に、前記モータからのトルクを付与する。この態様によれば、トルク吸収手段は、例えばモータとすることができる。かかるモータの駆動トルクを機関の回転方向とは逆回転方向に付与することにより、機関を殆ど回転させることなく、未燃燃料の燃焼によって生じる振動を相殺して消滅させることができる。

【0020】

上記の内燃機関の停止始動制御装置の他の一態様では、前記機関は、前記未燃燃料排出防止手段の実行時に警告表示を行う手段をさらに備える。この態様による警告表示とは、イグニションスイッチのオフ後に未燃燃料を燃焼させるための特殊処理を行う旨の表示であり、運転者が一見して把握できるように運転パネル等に表示される。そのため、燃料排出防止手段を実行させるときに、かかる警告表示をだすことで、イグニションスイッチがオフされた後、機関が一時的に始動

しても、機関の異常などではなく、前記の特殊処理が実行されていることを、運転者は認識することができる。

【0021】

上記の内燃機関の停止始動制御装置の他の一態様では、前記機関は、前記未燃燃料排出防止手段の実行終了後に前記機関を停止させる手段を備える。この態様によれば、未燃燃料を燃焼させた後、その燃焼圧により得られる機関の有する慣性エネルギーによって自然と機関を停止させることができる。

【0022】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の好適な実施の形態について説明する。

【0023】

〔車両の構成〕


まず、本発明に係る内燃機関の始動制御を適用した車両の概略構成を説明する。本発明に係る内燃機関の始動制御装置は、アイドリングストップ技術を適用したいわゆるエコラン車両又はハイブリット車両などを対象とする。「エコラン車両」とは、主としてエンジンの始動を目的とした電動機（モータジェネレータ）を搭載し、アイドリングストップによるエンジンの停止後、モータジェネレータによりエンジンを自動的に再始動する車両である。また、「ハイブリット車両」とは、エンジン及びモータジェネレータをそれぞれ動力源とするパワートレインである。ハイブリット車両では、走行状態に応じてエンジン及びモータジェネレータの両者を協働させ、あるいは使い分けて、滑らかでレスポンスのよい動力性能を得ることができる。

【0024】

図1に、本発明に係る車両10のシステム構成を示す。

【0025】

車両10は、図1に示すように、DCスタータ1と、エンジン2と、エンジン2から出力される駆動力により発電すると共にエンジン2を始動する際のセルモータとして駆動可能なモータジェネレータ3と、モータジェネレータ3等を制御するためのモータ制御装置4と、モータ制御装置4を介してモータジェネレータ



3等と電力の授受を行う電源装置5と、モータジェネレータ3、モータ制御装置4及び電源装置5を各々接続する電源ケーブル6と、エンジン2から発生する駆動力を車輪に伝える動力伝達装置7と、車輪8とを備える。

【0026】

次に、上記各構成について、図1を参照して説明する。

【0027】

DCスタータ1は、エンジン2を始動させる直流方式のセルモータである。DCスタータ1はシャフトを有し、イグニションスイッチがオン状態とされることにより、12V電源装置からの電力供給を受けて、そのシャフトを回転させる。DCスタータ1のシャフトが回転することにより、エンジン2のクランクシャフトが回され、エンジン2を始動する。具体的には、DCスタータ1のシャフトの先端部には、ピニオンギアが取り付けられている。ピニオンギアは、エンジン2のクランクシャフトに設けられたフライホイールのリングギアと噛み合っている。そのため、DCスタータ1は、エンジン2の始動により12V電源装置から電力供給を受けると、そのピニオンギアがフライホイールのリングギアと噛み合っ

て回転し、フライホイールを回転させる。これにより、所定気筒数のピストンが連結されたクランクシャフトが回転させられるため、その回転駆動力によりエンジン2を始動することができる。なお、エンジンの始動のためにクランクシャフトを駆動することを「クランクキング」と呼ぶ。

【0028】

エンジン2は、シリンダ内の混合気を爆発させて、動力を発生する内燃機関である。内燃機関には、ガソリンを燃料とするガソリンエンジン、又は軽油などを燃料とするディーゼルエンジンなどがある。ガソリンエンジンには、クランクシャフトが2回転する間に、吸気、圧縮、膨張、排気の1サイクルを完了して動力を発生する4サイクルガソリンエンジン、又はクランクシャフトが1回転する間に前記の1サイクルを完了する2サイクルガソリンエンジンがある。なお、本実施形態における車両10は、4サイクルガソリンエンジンであるとする。

【0029】

図2にエンジン2の概略構成の一例を示す。

【0030】

シリンダヘッド12に形成された吸気ポート24は吸気バルブ26により開閉される。吸気ポート24への吸気の供給は、吸気通路28を介してなされる。吸気通路28にはサージタンク30が設けられ、サージタンク30の上流にはスロットルバルブ32が設けられている。スロットルバルブ32は電動モータ34により開度（スロットル開度TA）が調整され、このスロットル開度TAはスロットル開度センサ36により検出されている。

【0031】

エンジン2はいわゆるポート噴射型のエンジンであり、吸気ポート24に燃料噴射弁14が設けられている。吸気ポート24内の吸気と、吸気ポート24内に噴射された燃料により混合気が生成され、シリンダブロック16、ピストン18及びシリンダヘッド12により区画された燃焼室20内に導入される。燃焼室20の天井部分には点火プラグ22が配置され、吸気ポート24から導入された混合気に対して点火可能としている。なお燃料噴射弁14には高圧燃料ポンプ（図示略）からデリバリパイプ14aを介して高圧燃料が供給されている。このことにより、圧縮行程末期においても燃料噴射弁14から燃焼室20内に燃料噴射が可能となっている。このデリバリパイプ14a内の燃料圧力は燃圧センサ14bにより検出されている。

【0032】

また、シリンダヘッド12に形成された排気ポート38は排気バルブ40により開閉される。燃焼室20から排気ポート38に排出された排気は、排気通路42及び排気浄化触媒（図示略）等を介して外部に排出される。

【0033】

燃焼室20内での混合気の燃焼に伴うピストン18の往復運動は、コンロッド44を介してクランクシャフト46の回転運動に変換される。クランクシャフト46は図示しないトルクコンバータや変速機を介して車輪8に動力を伝達している。

【0034】

また、このような動力伝達系とは別に、クランクシャフト46の一端は電磁ク

ラッチ 48 を介してプーリ 50 (以下、「クランクシャフトプーリ」とも呼ぶ。) に接続されている。このプーリ 50 は、ベルト 52 により他の 3 つのプーリ 54, 56, 58 との間で動力の伝達が可能とされている。本例では、プーリ 54 によりエアコン用コンプレッサ 60 が駆動可能とされ、プーリ 56 によりパワーステアリングポンプ 62 が駆動可能とされている。もう一つのプーリ 58 (以下、「MG プーリ」とも呼ぶ。) は、モータジェネレータ 3 に連結されている。モータジェネレータ 3 は MG プーリ 58 側からのエンジン駆動力により発電を行う発電機としての機能と、MG プーリ 58 側へモータジェネレータ 3 の駆動力を供給する電動機としての機能とを併せ持っている。

【0035】

マイクロコンピュータを中心として構成されている ECU 70 (Engine Control Unit) は、入出力装置、記憶装置、中央処理演算装置、などから構成され、車両 10 のシステムを統括制御する。ECU 70 は、エンジン 2 に搭載された各センサなどからの入力情報などに基づいて、車両 10 を最適な状態に制御する。具体的には、ECU 70 は、前述した燃圧センサ 14b から燃料圧力、スロットル開度センサ 36 からスロットル開度 TA、モータジェネレータ 3 内蔵の回転数センサからモータジェネレータ回転数、電源装置 5 の電圧あるいは充放電時の電流量、イグニッションスイッチ 72 のスイッチ状態、車速センサ 74 から車速 SPD、アクセル開度センサ 76 からアクセルペダルの踏み込み量 (アクセル開度 ACCP)、ブレーキスイッチ 78 からブレーキペダルの踏み込み有無、エンジン回転数センサ 80 からクランクシャフト 46 の回転数 (エンジン回転数 NE)、エアフロメータ 82 から吸入空気量 GA、冷却水温センサ 84 からエンジン冷却水温 THW、アイドルスイッチ 86 からアクセルペダルの踏み込み有無状態、排気通路 42 に設けられた空燃比センサ 88 から空燃比検出値 Vox、カム角センサ 92 からカムシャフトの回転位置を、クランク角センサ 90 からクランクシャフトの回転角度 (クランク角度) を、それぞれ検出している。

【0036】

クランク角センサ 90 は、被検出物 (例えば、金属など) を検出することが可能な磁気式センサなどであり、エンジン 2 内のクランクシャフト 46 近傍の所定

の位置に設けられる。即ち、クランクシャフト 46 上の所定の位置には、外周に凹凸が形成された歯車（以下、「シグナルロータ」と呼ぶ。）が取り付けられるが、クランク角センサ 90 は、そのシグナルロータの歯数を検出することが可能な位置に設けられる。また、クランク角センサ 90 は、クランクシャフト 46 の回転角度（以下、「クランク角度」と呼ぶ。）を例えば $10 \sim 30^\circ$ CA 程度の分解能で検出することができる。クランクシャフト 46 が回転するとシグナルロータもそれに連動して回転する。このとき、クランク角センサ 90 は、そのシグナルロータの歯数を検出し、パルス信号として ECU 70 などに出力する。ECU 70 は、クランク角センサ 90 から出力されたパルス信号をカウントして、それをクランク角度に変換する。これにより、ECU 70 などは、クランク角度を検出する。また、クランク角センサ 90 は、エンジン 2 内に直接設けられるため、クランク角度を絶対角度として検出することができる。

【0037】

なお、クランク角センサ 90 は、シグナルロータの歯数を 1 つ検出すると、1 つのパルス信号を ECU 70 などに出力する。このため、クランク角センサ 90 から出力されるパルス信号は、クランクシャフト 46 が正転しても、あるいは逆転しても同様の出力状態となるため、ECU 70 などは、クランクシャフト 46 の正転又は逆転の別を検出することができない。

【0038】

このようにして得られたデータに基づいて、ECU 70 は、電動モータ 34 を駆動してスロットル開度 TA を調整するとともに、燃料噴射弁 14 からの噴射時期を調整する。更に自動停止条件が成立すると、燃料噴射弁 14 からの燃料噴射を停止して、エンジン 2 の運転を自動停止させる。また、自動始動条件が成立するとモータジェネレータ 3 の駆動力により、プーリ 58、ベルト 52、プーリ 50 及び電磁クラッチ 48 を介してクランクシャフト 46 を回転させ、エンジン 2 を始動させる。更に、ECU 70 は、点火時期制御、その他の必要な制御を実行している。

【0039】

モータジェネレータ 3 は、プーリ 50、プーリ 58 及びベルト 52 を通じて、

クランクシャフト 46 と連結されている。クランクシャフト 46 に連結されたクランクシャフトプーリ 50 又はモータジェネレータ 3 に連結された MG プーリ 58 の一方が回転駆動することにより、ベルト 52 を介して他方に動力が伝達される。

【0040】

モータジェネレータ 3 は、後述する電源装置 5 からの電力供給を受けて回転駆動するモータ（電動機）としての機能を有するとともに、車輪 8 からの回転駆動力を受けて回転している場合には三相コイルの両端に起電力を生じさせるジェネレータ（発電機）としての機能を併せ持つ。モータジェネレータ 3 が電動機として機能する場合には、モータジェネレータ 3 は電源装置 5 からの電力供給を受けて回転し、その回転駆動力をクランクシャフトプーリ 50 に伝達してクランクシャフト 46 を回転させエンジン 2 を始動する。一方、モータジェネレータ 3 が発電機として機能する場合には、車輪 8 からの回転駆動力がクランクシャフト 46 及びクランクシャフトプーリ 50 を介してモータジェネレータ側の MG プーリ 58 に伝達され、モータジェネレータ 3 を回転させる。モータジェネレータ 3 が回転することによってモータジェネレータ 3 内で起電力が発生し、その起電力が、モータ制御装置 4 を介して直流電流に変換され、電源装置 5 に電力を供給する。これにより、電源装置 5 は充電される。

【0041】

図 1 に戻り、モータ角センサ 3a は、検出部にホール素子などが好適に適用され、モータジェネレータ 3 内の所定の位置に設けられる。モータ角センサ 3a は、モータジェネレータ 3 のシャフトの回転角度を、概ね 7.5° CA 単位の高い分解能で検出することができる。モータジェネレータ 3 が電源装置 5 からの電力供給を受けて回転駆動すると、モータ角センサ 3a は、そのシャフトの回転角度を検出する。具体的には、モータ角センサ 3a は、U、V、W の各相の交流電流をそれぞれ検出できるように、それらの各相に設けられる。各モータ角センサ 3a は、U、V、W の各相の交流電流をそれぞれ検出してパルス信号に変換し、モータ制御装置 4 に出力する。

【0042】

モータ制御装置 4 は、エンジン 2 内に設けられ、モータジェネレータ 3 及び電源装置 5 と電源ケーブル 6 によりそれぞれ接続される。モータ制御装置 4 は、主として、インバータ、コンバータ、又は制御用コンピュータなどから構成される。

【0043】

インバータは、電源装置 5 からの高電圧直流電流を所定の 3 相交流電流に変換して、モータジェネレータ 3 に電力を供給する。また、インバータは、逆にモータジェネレータ 3 から生じた起電力（3 相交流電流）を、電源装置 5 を充電するのに適した直流電流に変換する。

【0044】

コンバータは、所定の直流電圧から所定の直流電圧へ変換する DC/DC 変換装置である。即ち、コンバータは、電源装置 5 の定格電圧（例えば、36 V 電圧）を所定の電圧（例えば、12 V 電圧）に降圧して、補機類などの駆動、又は車両に搭載された 12 V 電源装置への充電を行う。

【0045】

制御用コンピュータは、インバータやコンバータの制御を行う。即ち、制御用コンピュータは、モータジェネレータ 3 の駆動トルクや発電量を最適な状態に制御すると共に、電源装置 5 への充電量を最適な状態に制御して充電を行う。具体的には、モータジェネレータ 3 が電動機として機能する場合には、制御用コンピュータは、電源装置 5 から供給された電力に基づいて、モータジェネレータ 3 の駆動トルクや発電量の制御を行う。これにより、モータジェネレータ 3 が電動機として機能するのに最適な状態に制御される。一方、モータジェネレータ 3 が発電機として機能する場合には、制御用コンピュータは、モータジェネレータ 3 から生じた起電力に基づいて、所定の直流電流を電源装置 5 に供給して電源装置 5 の充電を行う。

【0046】

また、モータ制御装置 4 は、上述したモータ角センサ 3 a から出力されたパルス信号の数をカウントすることにより、モータジェネレータ 3 のシャフトの回転角度に変換する。さらに、モータ制御装置 4 は、その変換後の回転角度に基づい

てクランクシャフトプーリ 50 と MG プーリ 58 との回転比率からクランク角度への変換を行う。これにより、モータ制御装置 4 は、クランク角度を、概ね 3° CA 単位の高い分解能で検出することができる。

【0047】

さらに、モータ制御装置 4 は、モータジェネレータ 3 のシャフトの正転又は逆転の別を検出することもできる。即ち、モータジェネレータ 3 のシャフトが正転したときと、逆転したときでは U、V、W の各相のパルス信号の出力状態が異なる。モータジェネレータ 3 のシャフトが正転したときの U、V、W の各相のパルス信号は、位相差により、先ず U 相のパルス信号が一定時間出力され、その後遅れて V 相のパルス信号が一定時間出力され、さらにその後遅れて W 相のパルス信号が一定時間出力され、それらが周期的に繰り返される出力状態となる。これに対し、モータジェネレータ 3 のシャフトが逆転したときの U、V、W の各相のパルス信号は、正転の場合とは逆のパルス信号の出力状態となる。つまり、W 相、V 相、U 相の順にパルス信号が一定時間それぞれ周期的に繰返される出力状態となる。そのため、モータ制御装置 4 は、それらの位相差を利用してモータジェネレータ 3 のシャフトの正転又は逆転の別を検出することができる。

【0048】

電源装置 5 は、鉛蓄電池、ニッケル水素電池などの 2 次電池である。電源装置 5 は、車両 10 のスペースの効率化などを図るため、例えば、車両 10 の後部などに設置される。電源装置 5 は、例えば、36 V などの定格電圧とすることができる。そのため、電源装置 5 は、モータジェネレータ 3 の起動、又は車両制動時におけるエネルギー回生などにおいて高い入出力特性を有する。電源装置 5 は、具体的には、補機類やモータジェネレータ 3 などに対して電力を供給する。モータジェネレータ 3 への電力供給は、主として、車両 10 が停止中に行われる。また、車両 10 が走行中、あるいは制動時の場合には、モータジェネレータ 3 から発生する起電力がモータ制御装置 4 を介して、直流電流に変換され電源装置 5 に供給される。これにより、電源装置 5 を充電することができる。

【0049】

電源ケーブル 6 は、上述したように、モータジェネレータ 3 とモータ制御装置

4、及びモータ制御装置4と電源装置5とにそれぞれ接続され、直流電流や3相交流電流を流す役割を果たす。

【0050】

動力伝達装置7は、主として、トルクコンバータ、ロックアップクラッチ、変速機、動力切換機構などから構成される。これらが有機的に作用することにより、動力伝達装置7は、走行状態などに応じて、エンジン2、又はモータジェネレータ3から発生する回転駆動力を車輪8に伝達し又は遮断する。また、動力伝達装置7は、制動時などにおいては、逆に車輪8からの回転駆動力をモータジェネレータ3に伝達する。

【0051】

車輪8は、動力伝達装置7からの回転駆動力を路面に伝える車軸、及びタイヤなどである。本実施形態においては、車輪8として後輪を図示している。

【0052】

次に、クランク角センサ90とカム角センサ92の例について説明する。

【0053】

図3に示すように（図2では図示を略している）、クランクシャフト46にはシグナルロータ91が取り付けられている。このシグナルロータ91の外周部には、クランクシャフト46の軸線を中心として等角度間隔（ここでは10°間隔）に配置された34個の歯（突起部分）91aと、1個の幅広の欠歯（歯が存在しない部分）91bが設けられている。欠歯91bの長さは、歯91aの2個分に相当する。そして、シグナルロータ91の外周部に対向して、クランク角センサ90が設けられている。クランクシャフト46が回転した場合には、シグナルロータ91の各歯91aおよび欠歯91bが順次クランク角センサ90の近傍を通過することにより、クランク角センサ90からはそれら各歯91aおよび欠歯91bの通過数に対応したパルス状の回転信号（以下「NE信号」と称する）が出力される。

【0054】

一方、吸気カムシャフト27の外周面には3個の突起27a、27b、27cが吸気カムシャフト27の軸線を中心として90°（180°CAに相当する）

間隔に配列して設けられている。したがって両端の突起 27a と突起 27c との間隔は 180° (360° CA に相当する) となっている。これら突起 27a ~ 27c に対向するように、突起 27a ~ 27c を検出して検出信号を出力するカム角センサ 92 が設けられている。吸気カムシャフト 27 が回転した場合には、突起 27a ~ 27c がカム角センサ 92 の近傍を通過する。これにより、カム角センサ 92 からは、突起 27a ~ 27c のそれぞれの通過に対応してパルス状の検出信号が出力される。

【0055】


ここで、エンジン 2 が駆動している時において ECU 70 に入力されるクランク角センサ 90、およびカム角センサ 92 からの信号を図 4 に示す。図 4 (a) は吸気カムシャフト 27 の回転に伴いカム角センサ 92 内に発生する電圧波形を示すものである。図 4 (b) は、図 4 (a) の電圧波形をパルス状のカム角信号 (G2 信号) に変換したものである。図 4 (c) はクランクシャフト 46 の回転に伴いクランク角センサ 90 内に発生する電圧波形を示すものである。図 4 (d) は図 4 (c) の電圧波形を NE 信号に変換したものである。本例では、NE 信号のうち、歯 91a に対応するパルス数は、クランクシャフト 46 の 1 回転 (360° CA) 当たり 34 個となっている。また、クランク角センサ 90 から出力される回転信号のうち、欠歯 91b に対応する部分ではパルスの間隔が 2 パルス存在しないことにより広くされている。このパルス間隔が広い部分の数は、クランクシャフト 46 の 1 回転 (360° CA) 当たり 1 つとなっている。

【0056】

ECU 70 は、上述したクランク角センサ 90 の NE 信号およびカム角センサ 92 からのカム角信号に基づきクランクシャフト 46 および吸気カムシャフト 27 の回転位相を検知する。そして、ECU 70 は、クランクシャフト 46 および吸気カムシャフト 27 の回転位相から各気筒 (#1 ~ #4) について気筒判別を行い、それら各気筒 (#1 ~ #4) のうち燃料噴射や点火を行うべき気筒を選択する。

【0057】

[車両の動作]



次に、上記の構成からなる車両 10 の動作について説明する。車両 10 は、停車、発進、通常走行、加速走行、又は制動などの各運転状態に応じて、各種の動作を行う。

【0058】

車両 10 の自動停止（アイドリングストップ）中では、エンジン 2 は停止状態である。この状態において、エアーコンプレッサ、ウォーターポンプ、又はパワーステアリングポンプなどの補機類の駆動が必要な場合には、モータジェネレータ 3 は、エンジン 2 を駆動させることなく、電源装置 5 からの電力供給を受けて、それらの補機類を駆動する。ただし、エンジン 2 とモータジェネレータ 3 とは各々のプーリを介してベルト 52 で回動自在に接続されているため、この状態においては、モータジェネレータ 3 のシャフトが回転することにより、その回転駆動力がエンジン 2 に伝達されてしまう。そこで、上記補機類のみを駆動するためには、エンジン 2 のクランクシャフトが回転しないように電磁クラッチを作動させて、モータジェネレータ 3 からの回転駆動力を遮断する。これにより、エンジン 2 を駆動させることなく、補機類のみ駆動させることができる。

【0059】

車両 10 の発進時、即ち、アイドリングストップ状態のときに運転者がブレーキペダルから足を離すと、モータジェネレータ 3 は、アイドリング回転数付近まで回転数を上昇する。そして、運転者がアクセルペダルを踏むことにより、モータジェネレータ 3 はエンジン 2 のクランクシャフトを回転させてエンジン 2 を自動再始動する。また、ブレーキオフ操作、つまり運転者がブレーキペダルから足を離した状態から一定時間が経過した場合においても、最適な動力性能を得るためエンジン 2 を自動再始動することができる。

【0060】

通常走行時には、車両 10 は、一般的な車両と同様にエンジン 2 からの駆動力が車輪 8 に伝達されて走行する。なお、通常走行時において電源装置 5 の電圧が低下している場合には、車輪 8 からの駆動力がモータジェネレータ 3 に伝達されてモータジェネレータ 3 が発電を行う。これにより、モータジェネレータ 3 は発電機として機能し、電源装置 5 の不足する電力を補充するために、電源装置 5 に

対して充電を行う（以下、この運転状態を「回生」と呼ぶ。）。よって、電源装置 5 は、常時、適正な充電状態に維持される。

【0061】

車両 10 が登坂走行や加速走行をするときには、適切な動力性能を発揮するため、前記した通常走行時の状態に加えて、電源装置 5 の電力を使用してモータジェネレータ 3 を駆動し、モータジェネレータ 3 による回転駆動力をエンジン 2 の回転駆動力に付与することができる（以下、この運転状態を「アシスト」と称する。）これにより、車両 10 は、エンジン 2 及びモータジェネレータ 3 の 2 つの動力源を効果的に使用して、高い動力性能を得ることができる。

【0062】

減速などにおける制動時には、車輪 8 による駆動力が、動力伝達装置 7、エンジン 2 を介してモータジェネレータ 3 に伝達され回生が行われる。

【0063】

[エンジンの停止制御]

次に、上述した車両 10 のエンジンの停止制御について説明する。上述したように、車両 10 は、走行停止時にはアイドルリングストップ、つまりエンジン 2 を自動停止する。その後、運転者が、ブレーキペダルから足を離すと同時にモータジェネレータ 3 はエンジン 2 のアイドルリング回転数付近まで回転を上昇する。そして、運転者がアクセルペダルを踏むことによりモータジェネレータ 3 が回転駆動し、その回転駆動力によりエンジン 2 を自動再始動させる。このとき、車両 10 では、エンジン 2 の自動始動時にスムーズな発進を可能とするために、アイドルリングストップ時にエンジン 2 の内部において、クランク角度が最適なクランク角度停止位置に停止するように制御される。以下の例では、車両停止時におけるエンジンの慣性エネルギーを効果的に活用して正確な停止制御を行う。

【0064】

以下、クランク角度を最適なクランク角度停止位置に停止制御させる方法について述べる。なお、最適なクランク角度停止位置は、圧縮行程にある気筒において、エンジン 2 の再始動時に圧縮行程上死点の乗越しが容易なクランク角度の停止位置とすることができる。例えば、本例のような 4 気筒エンジンの場合、クラ

ンク角度停止位置がクランク角度約 $90^{\circ}\text{CA} \sim 120^{\circ}\text{CA}$ の範囲内であれば最適なクランク角度停止位置となる。

【0065】

概要を説明すると、通常の車両 10 の停止制御方法は、ECU 70 がアイドル状態から所定のタイミングでエンジン 2 への燃料カットを実行し、その後のエンジン 2 の有する慣性エネルギーによって自然とエンジン 2 を停止させる。しかし、燃料カット時のエンジン回転数の大きさによってエンジン 2 の有する慣性エネルギーは毎回まちまちとなり、それに連動してクランク角度停止位置も毎回異なってしまう。そのため、通常の車両 10 の停止制御方法では、クランク角度を最適なクランク角度停止位置に停止制御させることが困難となり、実際に車両が停止した際のクランク角度停止位置によっては次回のエンジン始動負荷が大きくなる。よって、モータジェネレータ 3 の有する出力トルクとの関係では、エンジン 2 のクランクシャフトを回転させることができず、エンジン 2 の自動再始動が失敗する確率が高くなる。

【0066】

そこで、本例においては、燃料カット後のエンジン回転数を所定のタイミングで一定にすることにより、その時点においてエンジン 2 が有する慣性エネルギーを一定にする。そして、その後はその時点でエンジン 2 が有する慣性エネルギーを利用してエンジン 2 の回転を停止させる。これにより、毎回確実に、クランク角度を最適なクランク角度停止位置へ停止制御させることができる。

【0067】

特に本実施形態においては、エンジン回転数を一定にさせる方法としてモータジェネレータ 3 を使用する。つまり、燃料カット後のクランクシャフトに所定のタイミングでモータジェネレータ 3 からの回転駆動力を付与することで（以下、「モータリング」と呼ぶ。）、エンジン 2 の有する慣性エネルギーを一定にする。これにより、エンジン停止時のクランク角度を最適なクランク角度停止位置に停止制御させる。クランク角度が最適なクランク角度停止位置にあれば、エンジン始動時におけるエンジン始動負荷を最小限にすることができ、エンジン 2 の自動再始動の失敗を効果的に防止することができる。

【0068】

モータジェネレータ 3 を利用したエンジン停止時の回転数制御の様子を図 5 に示す。図 5 において、波形 100 は本実施形態のエンジン停止制御によるエンジン回転数の変化を示す。波形 101 はエンジン停止制御における燃料カット信号波形を示し、燃料カット信号が H レベルになると燃料カットを実行する。波形 102 はモータジェネレータ 3 の駆動信号（MG 駆動信号）波形を示し、H レベルの区間でモータジェネレータ 3 が駆動される。

【0069】

今、時刻 t_0 で運転者がアクセルペダルを離したとすると、時刻 t_0 以降はエンジン 2 の回転数は、ほぼそのエンジンのアイドリング回転数 NE_1 となる。時刻 t_1 において運転者がブレーキペダルを踏み込んだとすると、その時点で ECU 70 は燃料カット信号を H レベルとし、燃料カットを指示する。時刻 t_1 にて燃料カットが実行されると、エンジン 2 の回転数は徐々に低下する。ECU 70 は、エンジン回転数が予め決められたモータ設定回転数 NE_2 まで低下したことを検出すると（時刻 t_2 ）、MG 駆動信号を H レベルとし、モータジェネレータ 3 を駆動させ、エンジン 2 をモータジェネレータ 3 による駆動に切り換える。

【0070】

そして、所定期間（時刻 $t_2 \sim t_3$ ）にわたりモータジェネレータ 3 は予め決定されたモータ設定回転数 NE_2 でエンジン 2 を駆動し、所定期間が経過すると ECU 70 はモータジェネレータ 3 の駆動を停止する（時刻 t_3 ）。時刻 t_3 でモータジェネレータ 3 による駆動力が除去されると、エンジン 2 はその時点で有する慣性エネルギーのみにより回転するのでエンジン回転数は徐々に低下し、時刻 t_4 付近でエンジン 2 は停止する。

【0071】

このように、本実施形態では、エンジン停止時にエンジン 2 の駆動を一旦モータジェネレータ 3 による駆動に切り替え、エンジン 2 を所定の回転数 NE_2 に保持した後でエンジンの駆動力を除去する。駆動力を除去した時点でエンジン 2 が有する慣性エネルギーは主としてその時点のエンジン回転数により決まるので、必ず所定のエンジン回転数 NE_2 にエンジンの回転数を維持してから駆動力を除

去するようにすれば、エンジン 2 は毎回同じ慣性エネルギーを持ち、同じ推移で停止する。

【0072】

次に、上述のように所定のエンジン回転数 $NE2$ で駆動力を除去した後、エンジンが停止するまでのエンジンの挙動を説明する。図 6 は、エンジン 2 に対する駆動力を除去した後のエンジン 2 のクランク角度の変位を示す。図 6 において、縦軸は所定気筒のクランク角度の変位 ($^{\circ}CA$) を示す。なお、前記所定気筒とは、クランク角度が $0^{\circ}CA \sim 180^{\circ}CA$ に変位するとき圧縮行程にある気筒、例えば、#3 気筒を対象とする。一方、横軸は時間 (秒) を示す。

【0073】

具体的には、縦軸は、所定気筒に対応するピストンが圧縮行程から膨張行程に移行する際のクランク角度変位 ($^{\circ}CA$) を示しており、クランク角度変位が、下死点 ($0^{\circ}CA$) から上死点 ($180^{\circ}CA$) まで、 $30^{\circ}CA$ 間隔毎に示される。一方、横軸は、モータリング停止時 (0 (秒)) から所定気筒のクランク角度を最適なクランク角度停止位置に停止制御させるまでの経過時間 (0.6 (秒)) を 0.1 (秒) 間隔毎に示したものである。

【0074】

次に、図中のグラフについて説明する。図中には 2 種類のグラフが示されている。これは、モータジェネレータ 3 による駆動 (モータリング) 停止時のエンジン回転数が高い場合のグラフ 110 と低い場合のグラフ 112 である。即ち、0 秒から 0.1 秒の間において、傾きが大きいグラフ 110 はモータリング停止時のエンジン回転数が高い場合のクランク角度変位を示し、傾きが小さいグラフ 71 はモータリング停止時のエンジン回転数が低い場合のクランク角度変位を示す。

【0075】

先ず、0 秒から 0.1 秒付近においては、所定気筒に対応するピストンが圧縮行程の下死点から上死点に上昇している様子を示している。所定気筒に対応するピストンは、0.1 秒経過直後に圧縮行程上死点近傍まで上昇する。このときは、エンジン 2 のクランクシャフト 46 は正転している。

【0076】

その後、所定気筒に対応するピストンは圧縮行程上死点（ 180° CA）の乗越しができずに、0.3秒付近までエンジン2のクランクシャフトは逆転する。これは以下の理由による。即ち、所定気筒に対応するピストンが圧縮行程上死点に接近することにより、シリンダ内の容積は次第に小さくなり、圧力が高まってくる。これに比例して、シリンダ内においてはピストンを押し返そうとする圧縮反力116（以下、「コンプレッション反力」と呼ぶ。）も大きくなっていく。したがって、圧縮行程上死点付近では、シリンダ内におけるコンプレッション反力が最も大きい状態となるので、その時のエンジンが有する慣性エネルギーによってはコンプレッション反力に対抗できず、所定気筒に対応するピストンが圧縮行程下死点側に押し返される結果となる。このように、所定気筒に対応するピストンは、圧縮行程上死点への乗越しができずにエンジン2のクランクシャフトが逆転する。

【0077】

その後、所定気筒に対応するピストンは、圧縮行程下死点側、即ち膨張行程側に移行するが、0.3秒付近においてエンジン2のクランクシャフト46は再び逆転する。つまり、エンジン2のクランクシャフトは正転する。これは以下の理由による。即ち、このとき、所定気筒に対応するピストンは、膨張行程下死点側に下降する。膨張行程では吸排気弁がともに閉状態となっているため、ピストンが膨張行程下死点側に下降するのに従い、シリンダ内の容積が次第に大きくなる。これによって、シリンダ内では負圧が形成されると共に、その負圧が次第に大きくなる。したがって、他気筒に対応するピストンは、その負圧に起因する反力118によって上死点側の方向に再び引き戻される。これにより、エンジン2のクランクシャフトは再び正転する。

【0078】

その後、0.3秒付近からエンジン2の有する慣性エネルギーが徐々に低下し、0.6秒後にエンジン2が停止する。これにより、クランク角度停止位置は、クランク角度 90° CA～ 120° CAの範囲内に収束する。クランク角度停止位置が、最終的にクランク角度 90° CA～ 120° CAの範囲内に収束すれば

、最適なクランク角度停止位置に停止制御されたことになり、停止制御は成功といえる。

【0079】

また、上述のエンジン停止制御によれば、エンジン停止時において各気筒がどの行程で停止するかを、エンジン停止前に予測することができる。図5に示すように、上記のエンジン停止制御では、燃料カット後に所定のモータリング期間を設けてエンジン2の回転数を予め決められた所定回転数に維持することにより、その時点においてエンジン2が有する慣性エネルギーを一定とした後、モータリングを終了してエンジン2の駆動力を除去し、エンジン2を停止させる。よって、モータリング終了後に、エンジン2が何回転してから停止するかは、モータリング終了時においてエンジン2が有する慣性エネルギー、即ち、モータリングにより維持されるエンジン回転数やモータリング期間などに依存する。逆に言えば、モータリング回転数を一定に維持しているので、モータリング終了後にエンジン（クランクシャフト）が停止するまでに何回転するかは常に一定となる。

【0080】

よって、前述のカム角センサ92などを利用した気筒判別により、モータリング開始時において各気筒がどの行程にあるかを検出しておけば、その後にモータリング所定期間モータリング実行し、最終的にエンジンが停止したときに各気筒がどの行程になるかを予測することができる。例えば、モータリング終了時にある特定の行程にある気筒が次の圧縮上死点を乗り越えることができるが、2つ目の圧縮上死点を乗り越えることはできないように、モータリング終了時の慣性エネルギー、つまりモータリング終了時のエンジン回転数が決定されているとすれば、エンジン2が停止したときにその気筒は圧縮行程にあることになる。また、モータリング期間中にエンジン2が何回転するかはモータリング期間に応じて既知とである。よって、ECU70は、モータリング停止時又はモータリング開始時における各気筒の行程の情報と、モータリング終了後にエンジンが慣性エネルギーにより何回転するかを示す情報などに基づいて、エンジン停止時に各気筒がどの行程になるかを、エンジン停止制御の実行中に予測することができる。以下に述べる本発明のエンジン2の停止始動制御においては、この予測結果を利用し

て、エンジン停止後に特定の行程にあると予測される気筒内に対して、エンジン停止前に混合気を封入する。

【0081】

[停止始動制御]

次に、本発明に係る早期点火始動のためのエンジンの停止始動制御について述べる。

【0082】

(第1の方法)

第1の方法は、上述した最適なクランク角度停止位置への停止制御を実行する際に、エンジン停止時に圧縮行程で停止すると予測される気筒に予め燃料噴射を行って混合気を燃焼室内に封入しておき、エンジン始動時、モータジェネレータによるクランキングに加えて、その混合気に対して点火を行うことにより、エンジン2の早期始動を行う。

【0083】

まず、第1の方法の基本的原理を説明する。第1の方法では、例えば、アイドルリングストップなどのエンジン停止時に、上述のエンジン停止制御を行うとともに、エンジン停止時に各気筒がどの行程となるかを予測し、エンジン停止時に圧縮行程になると予測される気筒を特定する。なお、エンジン停止時に各気筒がどの行程にあるかは、先に述べた方法で予測することができる。

【0084】

通常、エンジン停止中に圧縮行程にある気筒は吸排気弁ともに閉状態となっているため、いわゆる直噴型エンジンとは異なり、第1の方法のようなポート噴射型エンジンではエンジン停止後にその気筒の燃焼室内に混合気を封入することはできない。そのため、エンジン停止時に圧縮行程になると予測される気筒（以下、「停止時圧縮行程気筒」とも呼ぶ。）の燃焼室内に混合気を封入しておくためには、その気筒の吸気行程で予め燃料噴射を行っておく必要がある。そこで、エンジン停止時に例えば#3気筒が圧縮となると予測される場合には、ECU70は、その気筒について圧縮行程の前行程である吸気行程で燃料噴射を行い、燃焼室内に予め混合気を封入しておく。この燃料噴射を行う時点ではエンジンは停止

前であり、吸気行程にある当該気筒の燃焼室内は負圧状態となっているため、通常通り、吸気ポートで噴射された燃料を含む混合気を確実に燃焼室内に吸入することができる。これにより、エンジン停止制御が完了し、エンジンが停止したときには、停止時圧縮行程気筒（本例では#3気筒）の燃焼室内には混合気が封入された状態となる。

【0085】

エンジン始動時には、ECU70は、モータジェネレータ3によりクランクングを行うとともに、その停止時圧縮行程気筒（#3気筒）に対して点火を行って爆発エネルギーを発生してクランクシャフトを回転させることにより、エンジン2の早期始動を行うことができる。

【0086】

なお、このようにしてエンジン停止時に停止時圧縮行程気筒に封入されている混合気は、エンジン停止制御中、即ちエンジン停止前の状態におけるA/Fセンサ出力に基づく良好な空燃比となっている。また、前述のエンジン停止制御の説明にて述べたように、慣性エネルギーを利用してエンジンを停止する際には、停止直前にエンジンの回転が反転するので、封入された混合気は燃焼室内でピストンにより圧縮及び膨張を繰り返すことになり、空気と燃料とがよく混ざった状態となる。さらに、エンジン停止後も、未だエンジンが暖機状態にあるため、その混合気はシリンダからの熱を受けて燃焼室内で対流を生じ、空気と燃料の混合を促進する。これらの理由により、燃焼室内では霧状化した均質な混合気が保持され、その混合気は着火し易い状態となっている。よって、エンジン始動時の点火により円滑に燃焼し、エンジンの早期始動が可能となる。

【0087】

次に、第1の方法について図7及び図8を参照して詳しく説明する。

【0088】

図7は、エンジン停止直前における各気筒の状態を示す行程図、及び、行程図に対応するタイムチャートを示す。図7では、停止時圧縮行程気筒は#3気筒であると仮定している。なお、第1の方法では、4気筒エンジンの例を説明するが、本発明の適用はこれに限られるものではない。また、エンジン2の点火順序は

、図7に示すように、例えば、#1気筒－#3気筒－#4気筒－#2気筒の順とするが、本発明の適用はこれに限られるものではない。

【0089】

ここでのエンジン停止制御は、基本的には先に図5及び図6を参照して説明したものと同様である。即ち、運転者がアクセルをオフした後、ブレーキオンの検出時など（時刻 t_1 ）に燃料カット信号がオンとなり、燃料カットが行われる。これにより、原則として時刻 t_1 以降は燃料の噴射は行われない。その後、エンジン回転数が所定回転数まで低下すると、時刻 t_2 でMG駆動信号がオンとなり、モータリングが開始される。モータリングは所定時間経過後の時刻 t_3 で終了し、その後、エンジンは図6に示した挙動を示して時刻 t_4 で停止する。なお、エンジンが停止した位置を図中では実停止位置として波線で示している。

【0090】

エンジン停止状態では、停止時圧縮行程気筒である#3気筒が圧縮行程になる。ECU70はこれをエンジン停止制御中、例えばモータリング開始時などに既に予測している。そして、ECU70は、停止時圧縮行程気筒である#3気筒に対し、エンジン停止直前の吸気行程で燃料噴射を行う（矢印210を参照）。つまり、燃焼カット信号を参照するとわかるように、燃料カット信号の変化後は原則として燃料噴射は行わないのであるが、停止時圧縮行程気筒に混合気を封入するために、例外的に停止時圧縮行程気筒がエンジン停止直前の吸気行程にある間に限り、燃料カットを一時的に中断して燃料を噴射している（時刻 $t_5 \sim t_6$ ）。これにより、エンジン停止時に圧縮行程となった#3気筒は混合気が封入された状態となる。時刻 t_4 でエンジンが停止する付近ではECU70は点火カット信号をオンとし、全気筒で点火を停止する。

【0091】

次に、こうしてエンジンが停止した後の始動制御について図8を参照して説明する。図8は、停止制御後におけるエンジン2の始動制御例を示す行程図である。なお、図8に示す実停止位置は、図7に示す実停止位置と同様である。

【0092】

図8に示すように、先ず、#4気筒は実停止位置において吸気行程となってい

る。よって、エンジン 2 の早期始動を図るため、E C U 7 0 は、エンジン始動条件が具備されると、燃料カット信号をオフとし、吸気行程にある # 4 気筒の燃焼室内に対して E F I を通じて燃料噴射を実行する（矢印 2 2 0 参照）。

【0093】

また、実停止位置において、# 3 気筒は前述のように圧縮行程にあり、# 3 気筒の燃焼室内には混合気が封入されている。よって、E C U 7 0 は、# 3 気筒の燃焼室内に封入された混合気に対して点火を実行する（矢印 2 2 1 参照）ことにより、クランクシャフトを回転させる。具体的には、E C U 7 0 は、エンジン始動条件が具備されると、点火カット信号をオンからオフにし、# 3 気筒が圧縮上死点に到達したとき点火装置に対して点火指令信号を送信する。これにより、E C U 7 0 は、そのとき生じる燃焼圧によりクランクシャフトを回転させる。その後は、通常通り燃料の噴射及び点火が実行される。

【0094】

このように、第 1 の方法によれば、エンジン始動時には、モータジェネレータによるクランキングに加えて、エンジン停止時に停止時圧縮行程気筒に封入しておいた混合気を燃焼させて爆発エネルギーを発生してクランクシャフトを駆動するので、エンジン 2 の早期の初爆が実現され、エンジン始動を迅速化することができる。

【0095】

（第 2 の方法）

第 2 の方法は、上述した第 1 の方法に係るエンジン停止始動制御を基本としつつ、さらに迅速にエンジン 2 の早期点火始動を実現しようとするものである。具体的には、第 2 の方法では、停止時に膨張行程で停止すると予測される気筒（以下、「停止時膨張行程気筒」とも呼ぶ。）に対しても予め燃料噴射を行って、エンジン停止時に混合気を封入しておき、エンジン始動時、その混合気に対して常圧着火を行うことにより、エンジン 2 のさらなる早期始動を図る。ここで、常圧着火とは、E C U 7 0 が、通常の圧縮行程による圧縮状態の混合気ではなく、大気状態に近い膨張行程の燃焼室内の混合気に対し、E F I を通じて点火することをいう。

【0096】

第2の方法の概要を説明すると、先ずエンジン停止制御中に停止時圧縮行程気筒及び停止時膨張行程気筒を予測する。例えば、エンジン停止時に、#1気筒は膨張行程、#3気筒は圧縮行程となると予測される場合には、ECU70は、それらの気筒へエンジン停止直前の吸気行程において夫々燃料噴射を行い、混合気を各燃焼室内に封入しておく。これにより、エンジン停止制御が完了してエンジンが停止したときには、各気筒の燃焼室内に混合気が封入され保持された状態となっている。しかも、その混合気は、前述のように、エンジン停止時のエンジン反転動作や、シリンダからの受熱による対流効果などによって、霧化した良好な混合気となっており、着火し易い状態となっている。

【0097】

よって、その後にエンジン始動条件が成立すると、ECU70は、先ず、モータジェネレータ3を駆動してクランキングを行うとともに、停止時圧縮行程気筒及び停止時膨張行程気筒に点火を開始する。これにより、モータジェネレータの駆動エネルギー、停止時圧縮行程気筒の爆発エネルギーに加えて、停止時膨張行程気筒の爆発エネルギーを利用してエンジン2を始動させることができるので、エンジン2の始動をより迅速化、確実化することができる。

【0098】

次に、第2の方法におけるエンジン停止制御例について図9を参照して説明する。図9において、第2の方法のエンジン停止制御が第1の方法によるエンジン停止制御（図7参照）と異なるのは、時刻 t_1 にて燃料カットが実行された後、停止時膨張行程気筒である#1気筒に対しても燃料の噴射が行われていることである。即ち、エンジン停止制御において、時刻 t_1 で燃料カットが行われ、時刻 t_2 でエンジン回転数が所定回転数まで低下するとモータジェネレータによるモータリングが開始される。その後、停止時膨張行程気筒である#1気筒がエンジン停止直前の吸気行程となる時刻 t_5 で燃料カットが一時的に中断され、#1気筒に燃料噴射が行われる（矢印211）。続いて、停止時圧縮行程気筒である#3気筒でも燃料噴射が行われる（矢印210）。なお、これは第1の方法と同様である。これら2つの気筒への燃料噴射が完了すると、時刻 t_6 で再び燃料カッ

トが実施される。そして、時刻 t_3 でモータリングを終了し、エンジンは時刻 t_4 で停止する。

【0099】

次に、第2の方法におけるエンジン始動制御例について図10を参照して説明する。図10において、エンジン始動条件が具備されると、燃料カット信号がオフとなり燃料噴射が開始されるとともに、点火カット信号がオフとなり点火が実施される。図中の実停止位置100で示すエンジン停止中には、停止時圧縮行程気筒である#3気筒と、停止時膨張行程気筒である#1気筒に混合気が封入されているので、エンジン始動時には、#1気筒に点火（矢印221）が行われるとともに#3気筒にも点火（矢印220）が行われ、爆発エネルギーによる駆動力が生成される。これら爆発エネルギーがモータジェネレータによるクランキングに追加されるので、エンジンの早期始動が可能となる。

【0100】

[未燃燃料の排出防止制御]

次に、本実施形態に係る未燃燃料の排出防止制御について説明する。

【0101】

まず、概要を説明する。上述の停止制御では、停止時膨張行程気筒である#1気筒及び停止時圧縮行程気筒である#3気筒の各燃焼室内に予め燃料噴射を行っておき、エンジン始動時に、それらの各気筒に対して点火を実行することにより、エンジンの早期点火始動を図る。また、エンジン停止時には、クランク角度位置は最適なクランク角度停止位置、つまり#3気筒の圧縮上死点の乗越しの容易な停止位置にあるので、始動時の必要エネルギーを最小にすることができ、エンジン2の始動が容易となる。これにより、迅速且つ確実にエンジンの始動を行うことができる。

【0102】

しかし、運転者が、アイドルリングストップ中にイグニションスイッチ72のオフ操作をしてしまうと、次のエンジン始動はDCスタータ1による始動となる。そのため、エンジン始動時には、運転者がイグニションスイッチ72をオン操作することによりDCスタータ1によりクランキングが実行される。これにより

、クランクシャフト 46 が回されるため、停止時に圧縮行程にある #3 気筒は膨張行程へと移行し、一方、停止時に膨張行程にある #1 気筒は排気行程へと移行することとなる。よって、それらの各気筒の燃焼室内に封入された混合気（未燃燃料を含む）が排気ポート 38 を通じて排出され、エミッションの悪化を招くこととなる。

【0103】

そこで、本実施形態においては、上記問題について、以下に示す各実施例により解決する。なお、以下に示す各実施例では、停止制御位置としては、停止時圧縮行程気筒が #3 気筒、停止時膨張行程気筒が #1 気筒となるものと仮定する。

【0104】

（第1実施例）

第1実施例では、アイドリングストップ状態、即ち、停止時膨張行程気筒である #1 気筒及び停止時圧縮行程気筒である #3 気筒の各燃焼室内に未燃燃料を含む混合気が封入された状態でエンジンが停止しているときにイグニションスイッチ 72 のオフ操作が行われた場合は、その未燃燃料を燃焼させて、排気ポート 38 から排出されないように制御する。

【0105】

第1実施例について、図9及び図11を参照して説明する。図11は、第1実施例のフローチャートを示す。この制御は、基本的にはECU 70が各種センサからの出力信号に基づいて実行する。なお、本実施例では、上述した停止始動制御（第2の方法）を基本にして説明する。図9に示す実停止位置 100 では、#1 気筒は膨張行程、#3 気筒は圧縮行程にある。エンジンがこの実停止位置 100 で停止している状態でイグニションスイッチ 72 のオフ操作が行われたとする。

【0106】

まず、ステップ S1 では、ECU 70 は、イグニションスイッチ 72 の出力信号がオンなのか、オフなのか判定する。イグニションスイッチ 72 の出力信号がオンであるときは、通常のアイドリング停止状態であるので処理を終了する。即ち、イグニションスイッチ 72 の出力信号がオンであるときはアイドリングスト

ップ状態が維持され、その後、運転者が、ブレーキペダルから足を離すことにより、エンジン 2 を自動再始動する。その際には、前述のように停止時膨張行程気筒及び停止時圧縮行程気筒内に封入されていた燃料に点火することによりクランキングを行うことになる。

【0107】

一方、イグニションスイッチ 72 の出力信号がオフになったときは、ステップ S2 に移行する。ステップ S2 では、先ず、運転パネル等に警告表示を行う。この警告表示は、未燃燃料が膨張行程にある #1 気筒内、及び圧縮行程にある #3 気筒内にそれぞれ封入されており、この未燃燃料が排気ポートを通じて排出されないようにするため、一時的にエンジン 2 を始動してその未燃燃料を燃焼させるための特殊処理を行う旨の表示である。警告表示は、運転者が一見して把握可能なものとし、ECU 70 は、それを運転パネル等において表示する。よって、運転者は、イグニションスイッチ 72 をオフした後、エンジン 2 が一時的に始動しても、エンジンの異常などではなく、上記の特殊処理が実行されていると認識する。

【0108】

続いて、ステップ S3 では、膨張行程にある #1 気筒内の未燃燃料の排出を防止するために、ECU 70 は、点火装置を作動させて #1 気筒への点火（常圧着火）を実行する。これにより、その #1 気筒内にある未燃燃料を燃焼させることができる。続いて、ステップ S4 では、上記した #3 気筒内にある未燃燃料の排出を防止するために、ECU 70 は、点火装置を作動させて点火を実行する。ステップ S3 及び S4 の点火により、爆発エネルギーが発生し、エンジン 2 は一時的に始動されることになる。こうして #1 気筒及び #3 気筒内に点火を行って未燃燃料を燃焼させた後、ステップ S5 で ECU 70 はエンジン 2 を停止する。

【0109】

このように、本実施例では、アイドリングストップによりエンジンが停止した状態で運転者がイグニッションスイッチをオフした場合には、未燃燃料が予め封入されている停止時圧縮行程気筒及び停止時膨張行程気筒に対して点火を行って未燃燃料を強制的に燃焼させてしまう。この燃焼によりエンジンは一時的に始動

するが、その後直ぐに停止される。これにより、次回始動時に停止時圧縮行程気筒及び停止時膨張行程気筒内に封入されていた未燃燃料がそのまま排出されることを防止することができる。

【0110】

なお、ステップS5におけるエンジン停止時に上述の停止制御が行われない場合には、クランク角度停止位置が不明となり、始動時の始動トルクが増加する可能性を有する。しかし、次のエンジン始動は出力トルクの大きなDCスタータ1により行われるので、エンジン2の始動性については特に問題は生じない。

【0111】

(第1実施例の応用例)

次に、第1実施例の応用例について説明する。第1実施例の応用例は、モータジェネレータ3を活用し、第1実施例において未燃燃料を爆発させたときに生じる振動を抑制し、運転者に与える違和感を緩和するための制御である。

【0112】

上記第1実施例においては、停止時圧縮行程気筒である#3気筒、及び停止時膨張行程気筒である#1気筒の各燃焼室内に封入された未燃燃料に点火し爆発させて一時的にエンジンを始動し、未燃燃料が排気ポート38を通じて大気中に放出されるのを防止するようにしている。しかし、その爆発エネルギーに起因して車両10には振動が生じ、それが大きい場合には運転者に違和感を与えることになる。

【0113】

そこで、その振動を抑制すべく、本例では、爆発エネルギーを受けて回転するクランクシャフト46の回転方向とは反対の方向にモータジェネレータ3からの回転駆動力を付与する。これにより、未燃燃料の強制燃焼により発生する振動を相殺して消滅させることで、その振動を抑制する。即ち、未燃燃料が封入された各気筒において点火が行われても、殆どクランクシャフト46を回転させることなく未燃燃料を燃焼させることができるため、その振動を効果的に抑制することができる。

【0114】

次に、本応用例に係る未燃燃焼の排出防止制御について、図 12 に示すフローチャートを参照して説明する。なお、この処理は、基本的には ECU 70 が各種センサからの出力信号に基づいて実行する。

【0115】

順に説明すると、ステップ S 11～S 13 までは、第 1 実施例のフローチャート（図 11 参照）のステップ S 1～S 3 までと同様であるため説明を省略する。

【0116】

続いて、ステップ S 14 では、ECU 70 は、# 1 気筒での常圧着火による爆発エネルギーを受けて回転するクランクシャフト 46 の回転方向が正転方向か、逆転方向かを判定する。クランクシャフト 46 が正転するときは、ECU 70 は、モータ制御装置 4 を介して、モータジェネレータ 3 をクランクシャフト 46 の回転方向（正転）とは逆方向に回転（逆転）させるように制御する（ステップ S 15）。一方、クランクシャフト 46 が逆転するときは、ECU 70 は、モータ制御装置 4 を介して、モータジェネレータ 3 をクランクシャフト 46 の回転方向（逆転）とは逆方向に回転（正転）させるように制御する（ステップ S 16）。これにより、未燃燃料の強制燃焼により生じる爆発エネルギーをモータジェネレータの駆動力により相殺し、振動を抑制することができる。

【0117】

なお、停止時にエンジンが最適なクランク角度停止位置にあり、停止時膨張行程気筒である # 1 気筒に対して常圧着火した場合には、基本的にはクランクシャフト 46 は正転側に回転すると考えられる。よって、モータジェネレータ 3 からの回転駆動力はクランクシャフト 46 の回転方向（正転）とは逆側の回転方向（逆転）となる。

【0118】

続いて、ステップ S 17 では、ECU 70 は、# 3 気筒への点火が終了したか否かについて判定する。# 3 気筒への点火が終了していれば（ステップ S 17；Yes）、ステップ S 19 へ移行してエンジン 2 を停止する。一方、# 3 気筒への点火が未だ終了していない場合には（ステップ S 17；No）、ステップ S 18 へ移行し、# 3 気筒への点火を実行する。

【0119】

このときの点火は、爆発エネルギーにより生じる振動を小さくするため、圧縮行程上死点に到達する直前で行うことが好ましい。具体的には、停止時に、#3気筒は最適なクランク角度位置（例えば、約 90° ～ 120° CA）にある。その後、#1気筒での常圧着火によりクランクシャフト46が回転し始め、#3気筒内のピストンはその燃焼室内にある未燃燃料を圧縮するため圧縮行程上死点（ 180° ）に近づく。このとき、ECU70は、ピストンが圧縮行程上死点に到達する前に点火を実行する。これにより、ピストンが圧縮上死点に位置する場合に比べて、爆発エネルギーを小さくすることができる。よって、爆発エネルギーによって生じる振動を小さくすることができ、運転者に対して与える違和感を緩和することができる。

【0120】

また、#3気筒への点火は圧縮行程上死点に到達する前に行われるが、そのときの点火するタイミングによって、クランクシャフト46は正転、或いは逆転することになる。そこで、#3気筒への点火が実行されると、ステップS13に戻り、ECU70は、#3気筒での点火による爆発エネルギーを受けてクランクシャフト46は正転しているのか、或いは逆転しているのか判定する。

【0121】

クランクシャフト46が正転している場合は、ECU70は、モータ制御装置4を介して、モータジェネレータ3をクランクシャフト46の回転方向（正転）とは逆方向に回転（逆転）させる（ステップS15）。一方、クランクシャフト46が逆転している場合は、ECU70は、モータ制御装置4を介して、モータジェネレータ3をクランクシャフト46の回転方向（逆転）とは逆方向に回転（正転）させる（ステップS16）。なお、クランクシャフト46の正転／逆転の成否は、#3気筒への点火によって発生する爆発エネルギーと、エンジン2の有する慣性エネルギーとの力の釣り合い関係によって決定される。ECU70は、#1気筒及び#3気筒への点火後のクランク角の変位などを監視することにより、クランクシャフトが正転するか逆転するかを判定することができる。

【0122】

こうして、ステップ S 17 での判定が Y e s になると、E C U 7 0 はステップ S 19 に移行してエンジン 2 を停止する。

【0123】

以上説明したように、本応用例によれば、停止時圧縮行程気筒及び停止時膨張行程気筒に封入されている未燃燃料を強制的に燃焼させる際に、その燃焼によりクランクシャフトが回転する方向と逆方向にモータジェネレータにより駆動力を付与するので、車両の振動を抑制することができる。

【0124】

上述のように停止時膨張行程気筒に封入されている未燃燃料を強制的に燃焼させる場合に、当該気筒の圧縮上死点前に点火を行うことにより爆発エネルギー自体を小さくする方法のみを第 1 実施例に適用することもできる。即ち、本応用例のようにモータジェネレータにより爆発エネルギーと逆方向の駆動力を付与することを行わない場合でも、圧縮上死点前に点火を行って爆発エネルギーを小さくすることは振動の防止の観点から有効である。

【0125】

(第 2 実施例)

第 2 実施例では、停止時膨張行程気筒である # 1 気筒、及び停止時圧縮行程気筒である # 3 気筒の各燃焼室内に未燃燃料を封入した後に、前記各停止制御位置への停止制御が不可能と判断された場合には、それら各気筒の排気バルブを所定のタイミングで閉じることにより、未燃燃料が排気ポート 38 から排出されないように制御する。これにより、エミッションの悪化を防止する。なお、本実施例は、任意のタイミングで排気バルブの開閉を制御できる機能を搭載したエンジンに適用することが前提となる。

【0126】

第 2 実施例について、図 13 及び図 14 を参照して説明する。図 13 は、エンジン停止直前における各気筒の状態を示す行程図、及び、行程図に対応するタイムチャートである。なお、図 13 は、停止制御位置 101 への停止制御が失敗し、さらに次の行程に移行して実停止位置 102 でエンジンが停止した場合を示す図である。

【0127】

図13を参照して概要を説明すると、上述した停止制御により、停止時膨張行程気筒である#1気筒及び停止時圧縮行程気筒である#3気筒に予め燃料を封入した状態でエンジンを停止させる制御を行う。即ち、このときの停止制御位置101は図13に示す破線の位置であり、ECU70はその停止制御位置101で停止するようにモータリングを実行し、エンジン2の有する慣性エネルギーを一定にして停止制御位置101でエンジンを停止させようとする。

【0128】

しかし、停止制御の実行中に何らかの原因によりエンジン回転数などに変動が生じ、実際には停止制御位置101への停止をさせることができない場合がある。図13の例では、停止制御位置101を越えて、さらに実停止位置102で停止した場合を一例として示している。つまり、#1気筒は排気行程、及び#3気筒は膨張行程で停止する。この場合、#1気筒では膨張行程終盤の所定位置200から排気バルブが開き始め、#1気筒の燃焼室内に予め封入した未燃燃料が燃焼されることなく、排気ポート38を通じて排出されてしまう。

【0129】


一方、#3気筒は、図13に示すように、実停止位置102では膨張行程にあるが、エンジンが図13に示す実停止位置102を越えて動くと、膨張行程終盤の所定位置201から排気バルブが開き始め、やはりその燃焼室内に封入した未燃燃料が燃焼されることなく排気ポート38を通じて排出されてしまう。これにより、上記#1気筒、及び#3気筒の各燃焼室内に封入された未燃燃料が大気中に放出されてしまうため、エミッションの悪化を招くことになる。

【0130】

そこで、第2実施例では、それらの未燃燃料の排出を防止するため、エンジン停止制御中に予定の停止制御位置101にてエンジンを停止できないと判断した場合は、所定のタイミングで#1気筒及び#3気筒の各排気バルブを閉じて、それらの未燃燃料が排気ポート38を通じて排出されないように制御する。

【0131】

次に、第2実施例について、図14に示すフローチャートを参照して説明する



。この処理は、上述した停止制御の方法を前提としつつ、所定のタイミングで#1気筒及び#3気筒の各排気バルブを閉じるための制御を実行するものであり、基本的にはECU70が各種センサからの出力信号に基づいて実行する。

【0132】

順に説明すると、ステップS101では、ECU70は、各気筒の停止位置の予測を行う。本来、ECU70は、停止制御中にモータリングの実行時間を決定し、その後のエンジン2の有する慣性エネルギーを一定にして、#3気筒を圧縮行程の所定位置で停止させるように停止制御を行う。しかし、その時のエンジン回転数の変動等による影響を受けて、#3気筒を圧縮行程の所定位置で停止させることができない場合がある。そこで、ステップS101では、かかる場合を考慮し、ECU70は各気筒の停止位置の予測を行う。

【0133】

続いて、ステップS102では、ECU70は、エンジンが予定通り停止制御位置101（図13参照）に停止するか否かを判定（予測）する。エンジンが停止制御位置101に停止すると予測される場合（ステップS102；Yes）、処理はステップS105へ移行し、停止制御を継続し、その後エンジン2が停止する（ステップS106）。本例では#1気筒は膨張行程の所定位置で停止し、#3気筒は圧縮行程の所定位置で停止する。つまり、図13に示すように、エンジンは停止制御位置101で停止する。

【0134】

一方、エンジンが停止制御位置101に停止しないと予測される場合には（ステップS102；No）、ECU70は#1気筒の排気バルブを閉じる（ステップS103）。これにより、停止時に#1気筒が、停止制御位置101を越えて排気行程へと移行しても、その気筒の燃焼室内に封入した未燃燃料が排気ポート38を通じて排出されるのを防止することができる。

【0135】

続いて、ステップS104では、ECU70は、#3気筒の排気バルブを閉じる。これにより、停止時に、万一、#3気筒が図13に示す停止制御位置101を越えて、膨張行程の所定位置201へと移行しても、その気筒の燃焼室内に封

入した未燃燃料が排気ポート 38 を通じて排出されるのを防止することができる。

【0136】

続いて、ステップ S105 では、停止制御を継続し、その後エンジン 2 が停止する（ステップ S106）。

【0137】

このように、本例では #1 気筒は排気行程の所定位置で停止し、#3 気筒は膨張行程の所定位置で停止する。つまり、図 13 に示す実停止位置 102 で停止する。しかし、図 13 に示す実停止位置 102 では、#1 気筒及び #3 気筒の各排気バルブは閉じられているため、それらの気筒の燃焼室内に封入された未燃燃料が大気中に放出されるのを防止することができる。これにより、エミッションの悪化を防止することができる。

【0138】

（第 3 実施例）

第 3 実施例では、停止時膨張行程気筒である #1 気筒及び停止時圧縮行程気筒である #3 気筒の各燃焼室内に未燃燃料を封入した後に、停止制御が予定通りに実行できず、排気バルブから未燃燃料が排出されると予測される場合には、点火処理を行ってその未燃燃料を燃焼させてしまう。これにより、停止制御が失敗したとしても、未燃燃料が大気中に放出されるのを回避でき、エミッションの悪化を防止することができる。なお、第 3 実施例は、所定のタイミングで排気バルブを自由に開閉制御できないエンジン 2 に対して有効な方法である。

【0139】

第 3 実施例について、図 15 及び図 16 を参照して説明する。図 15 は、停止直前における各気筒の状態を示す行程図、及び、行程図に対応するタイムチャートである。なお、図 15 に示す行程図は、図 13 に示す行程図と同様であるが、図 15 に示すように、#1 気筒が膨張行程で点火される点（符号 212）、#3 気筒が膨張行程で点火される点（符号 213）、及び時刻 $t_6 \sim t_7$ において燃料カットがされた後、#2 気筒の吸気行程で燃料噴射（矢印 214）が行われる点が異なる。

【0140】

第3実施例では、基本的には上述した第2実施例と類似した制御が行われる。但し、第2実施例と異なるのは未燃燃料の排出を防止する方法である。即ち、第2実施例では、停止制御時に#1気筒、及び#3気筒の各排気バルブを所定のタイミングで閉じることにより、未燃燃料が排気ポートから排出されるのを防止した。これに対し、第3実施例では、それらの各気筒の燃焼室内に封入された未燃燃料を所定のタイミングで夫々燃焼させてしまうことにより、未燃燃料が排気ポートから排出されるのを防止する。

【0141】

次に、第3実施例における動作について図15を参照して説明する。

【0142】

#1気筒は、停止制御により停止時に膨張行程の所定位置（停止制御位置101）で停止する。そのため、#1気筒は、図15に示すように、吸気行程において燃料噴射が行われる（矢印211）。また、#3気筒は、停止制御により、停止時に圧縮行程の所定位置（停止制御位置101）で停止する。そのため、#3気筒は、図15に示すように、吸気行程において燃料噴射が行われる（矢印210）。

【0143】

その後、停止制御が予定通りに実行不能であり、#1気筒が膨張行程、#3気筒が圧縮行程で停止することができないことがわかると、#1気筒は膨張行程で点火が行われる（符号212）。これにより、エンジン回転数の変動等に起因して、停止時膨張行程への停止制御が失敗し排気行程側へ移行したとしても、#1気筒の燃焼室内に封入された未燃燃料が排気ポート38を通じて排出されるのを防止することができる。

【0144】

同様に、#3気筒も膨張行程において点火が行われる（符号213）。これにより、エンジン回転数の変動等に起因して、停止時圧縮行程への停止制御が失敗し膨張行程の所定位置へ移行したとしても、#3気筒の燃焼室内に封入された未燃燃料が排気ポート38を通じて排出されるのを防止することができる。

【0145】

続いて、#2気筒は、吸気行程において燃料噴射が行われる（矢印214）。その後、それらの各気筒が圧縮行程から膨張行程に移行するときに次々と点火が行われ、エンジン2の動作が継続される。

【0146】

このように、本実施例では、始動制御のために停止時圧縮行程気筒及び停止時膨張行程気筒への燃料噴射を行った後、停止制御により予定通りの位置にエンジンを停止できないことがわかった場合には、それらの未燃燃料を燃焼させてしまう。これにより、エンジンが予定の停止制御位置101を越えて停止した場合でも、未燃燃料が排出されることを防止することができる。

【0147】

なお、図15においては、#1気筒及び#3気筒の各燃焼室内に封入した未燃燃料に対して所定のタイミングで点火を行い、エンジンの動作を継続（アイドリングストップを中止）している。この場合、その後にまだエンジン停止条件が具備されている場合には再度停止制御を再実行してもよい。また、そのままアイドリングストップ制御自体を中止してしまってもよい。その場合は、車両停止中もエンジンは動作したままとなる。

【0148】

また、未燃燃料を燃焼させたあと、他の気筒での燃料噴射（例えば図15の矢印214参照）などを行わず、そのままエンジンを停止させてしまっても、未燃燃料が排出されることはないので特に問題はない。

次に、第3実施例の制御について、図16に示すフローチャートを参照して説明する。なお、この処理は、上述した停止制御の方法を前提としつつ、#1気筒及び#3気筒の燃焼室内に封入された未燃燃料に対して所定のタイミングで点火処理を行うものであり、基本的にはECU70が各種センサからの出力信号に基づいて実行する。また、第2実施例に示すフローチャートと同様の箇所については、簡略化して説明する。

【0149】

まず、第2実施例と同様に、ECU70はステップS301で停止位置を予測

し、予定の停止位置で停止すると判断される場合、つまり停止制御位置 101 への停止となる場合には（ステップ S202 ; Yes）、停止制御を継続し（ステップ S307）、エンジンを停止する（ステップ S308）。これにより、エンジンは予定通り、図 15 に示す停止制御位置 101 で停止する。

【0150】

一方、何らかの原因により予定の停止位置に停止できないと判断される場合（ステップ S302 ; No）、ECU70 は、#1 気筒が圧縮行程上死点にあるか否か判定する（ステップ S303）。そして、#1 気筒が圧縮行程上死点に到達したときは、ECU70 は、点火装置を通じて #1 気筒に対して点火を実行する（ステップ S304）。これにより、その後に #1 気筒が排気行程側に移行したとしても、未燃燃料が排気ポート 38 から排出されるのを防止することができる。

【0151】

続いて、ECU70 は、#3 気筒が圧縮行程上死点にあるか否か判定する（ステップ S305）。#3 気筒が圧縮行程上死点に到達したときは、ECU70 は、点火装置を通じて #3 気筒に対して点火を実行する（ステップ S306）。これにより、その後に #3 気筒が膨張行程の所定位置に移行したとしても、未燃燃料が排気ポートから排出されるのを防止することができる。

【0152】

なお、図 16 の例では、#1 気筒及び #3 気筒において、それぞれピストンが上死点に至ったときに点火を行っているが（ステップ S303～S306）、エンジンの動作を継続せず、そのままエンジンを停止させてしまう場合には、上死点手前で点火を行うことにより、停止時の振動を抑制するように制御することも可能である。

【0153】

以上説明したように、本実施例では、停止時圧縮行程気筒及び停止時膨張行程気筒の各燃焼室内に封入された未燃燃料を所定のタイミングで燃焼させることにより、その未燃燃料が排気ポートを通じて大気中に放出されるのを防止する。これにより、エミッションの悪化を防止することができる。

【0154】

[変形例]

なお、上記の各実施例では、停止制御において、停止時圧縮行程気筒と停止時膨張行程気筒の両方に予め燃料を封入しているが、いずれか一方の気筒のみに燃料を封入しておく停止制御に本発明を適用することもできる。その場合には、予め燃料を封入した気筒に対してのみ未燃燃料の強制燃焼（実施例 1 及び 3）や排気バルブの閉鎖（実施例 2）を行えばよい。

【0155】**【発明の効果】**

以上説明したように、本発明に係る内燃機関の停止制御装置によれば、アイドルリングストップ中に、特定気筒の燃焼室内に未燃燃料が封入された状態で、イグニションスイッチのオフ操作が行われたとしても、その未燃燃料を所定の時期に燃焼させるようにしているため、その未燃燃料が排気ポートを通じて排出されるのを防止することができる。また、その未燃燃料を燃焼させることにより発生する振動は、その燃焼圧によって回転するクランクシャフトの回転方向とは反対の回転方向にモータジェネレータを回転させて相殺させることにより効果的に抑制することができる。

【0156】

また、特定気筒の燃焼室内に未燃燃料が封入された状態で、その後、予定通りの停止制御位置にエンジンを停止することができないと予測される場合には、その特定気筒に対応する排気バルブを閉じるか、或いはその未燃燃料を燃焼させることにより、その未燃燃料が排気ポートを通じて排出されるのを防止することができる。よって、その未燃燃料が大気中に放出されるのを防止することができ、エミッションの悪化を防止することができる。

【図面の簡単な説明】**【図 1】**

本発明に係るエンジン停止制御を行う車両のシステム構成を示す。

【図 2】

本発明に係るエンジンの概略構成図を示す。

【図 3】

クランク角センサ及びカム角センサの構成を示す図である。

【図 4】

クランク角センサ及びカム角センサの出力信号波形を示す。

【図 5】

エンジン停止制御によるエンジン回転数の推移を示すグラフである。

【図 6】

エンジン停止制御によるクランク角度位置の変化の様子を示すグラフである。

【図 7】

第 1 の方法によるエンジン停止制御例を示す。

【図 8】

第 1 の方法による停止制御後のエンジン始動制御例を示す

【図 9】

第 2 の方法によるエンジン停止制御例及び第 1 実施例による未燃燃料の排出防止制御の方法を示す。

【図 10】

第 2 の方法による停止制御後のエンジン始動制御例を示す

【図 11】

第 1 実施例による未燃燃料の排出防止制御のフローチャートを示す。

【図 12】

第 1 実施例の応用例に係る未燃燃料の排出防止制御のフローチャートを示す。

【図 13】

第 2 実施例による未燃燃料の排出防止制御の方法を示す。

【図 14】

第 2 実施例による未燃燃料の排出防止制御のフローチャートを示す。

【図 15】

第 3 実施例による未燃燃料の排出防止制御の方法を示す。

【図 16】

第 3 実施例による未燃燃料の排出防止制御のフローチャートを示す。

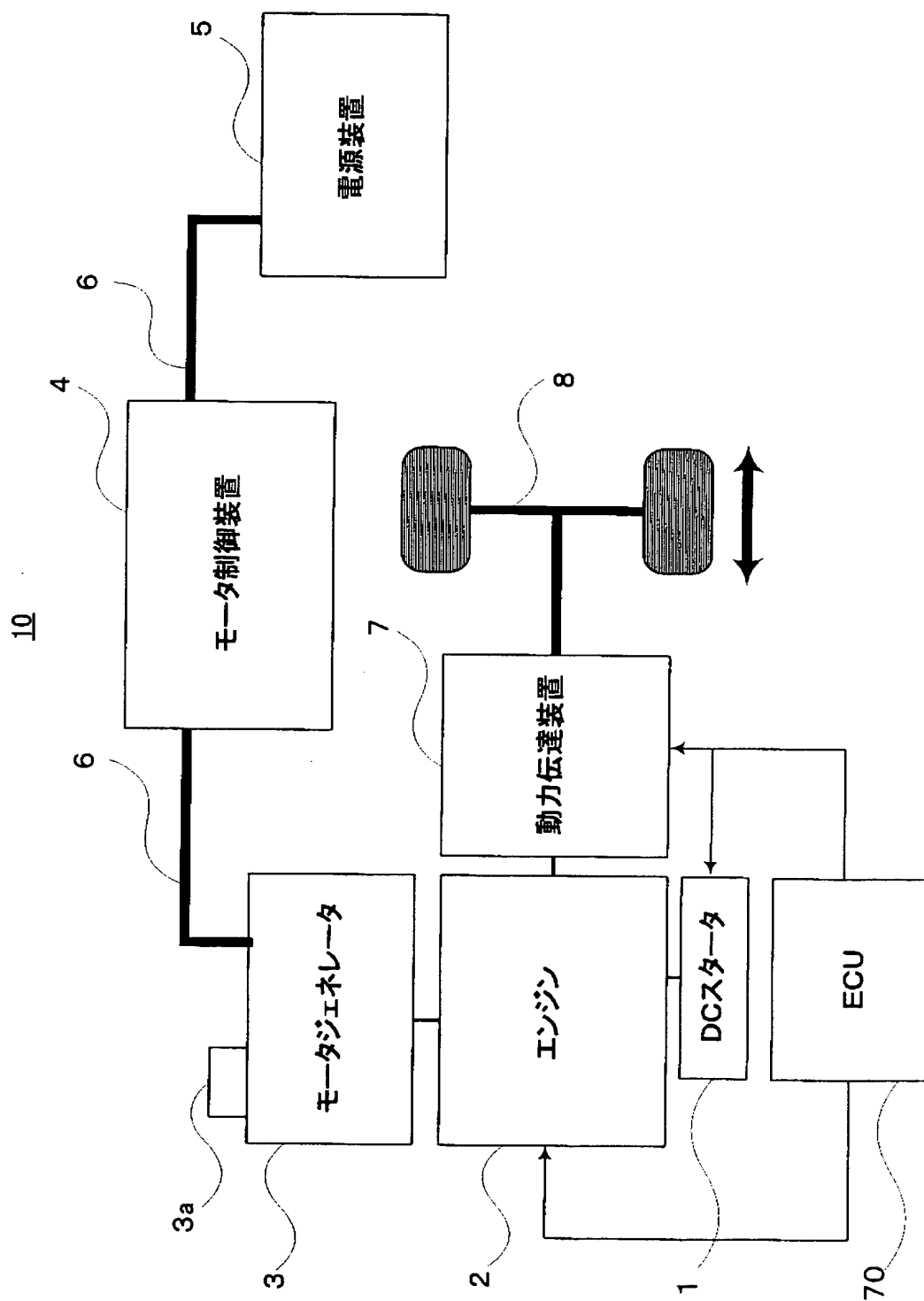
【符号の説明】

- 1 D C スタータ
- 2 エンジン
- 3 モータジェネレータ
- 4 モータ制御装置
- 5 電源装置
- 6 電源ケーブル
- 7 動力伝達装置
- 8 車輪
- 9 E C U
- 1 0 車両

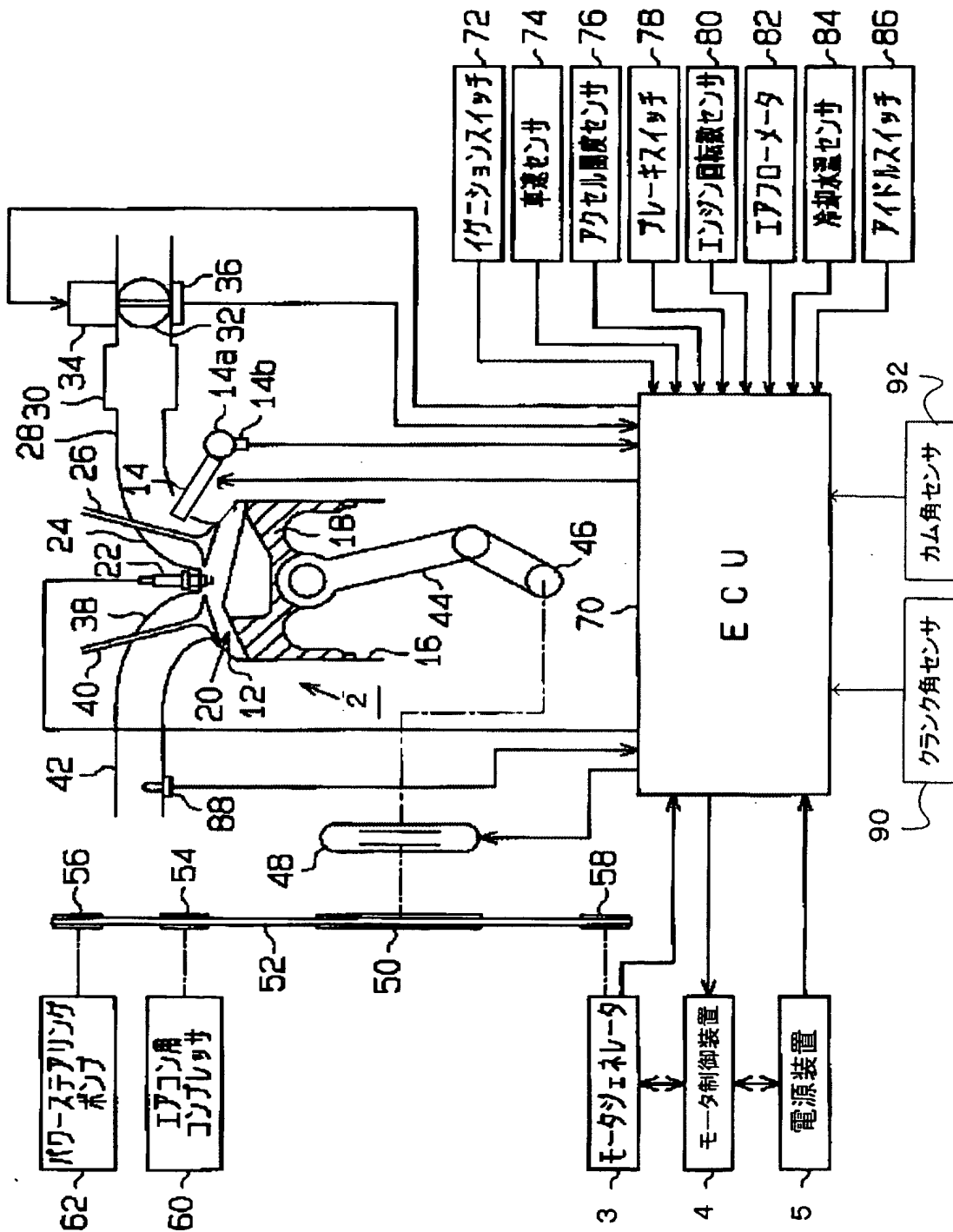
【書類名】

図面

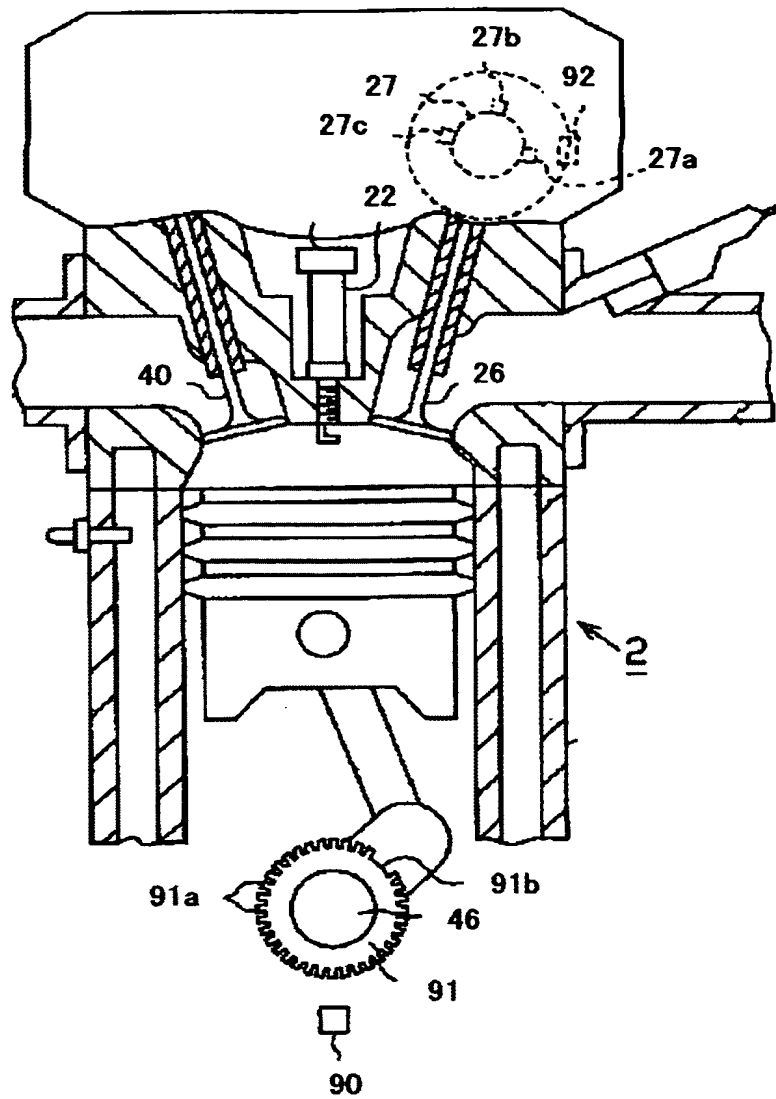
【図 1】



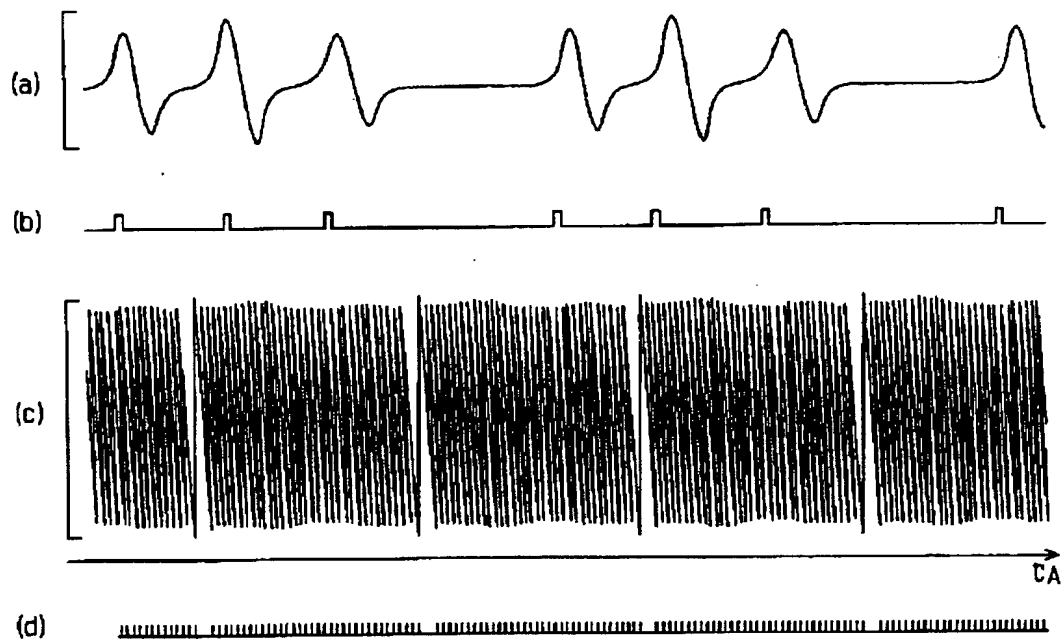
【図 2】



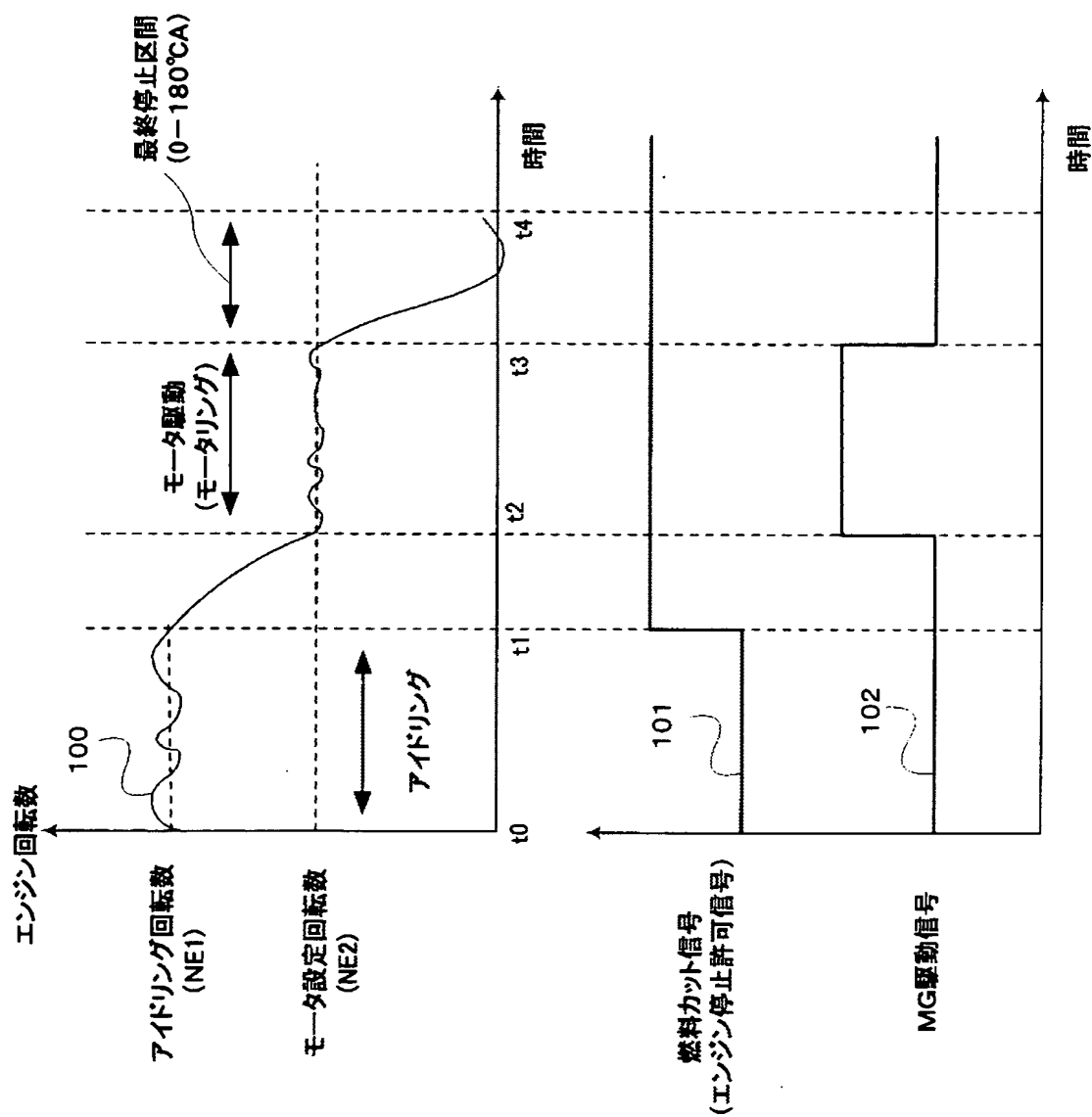
【図 3】



【図 4】

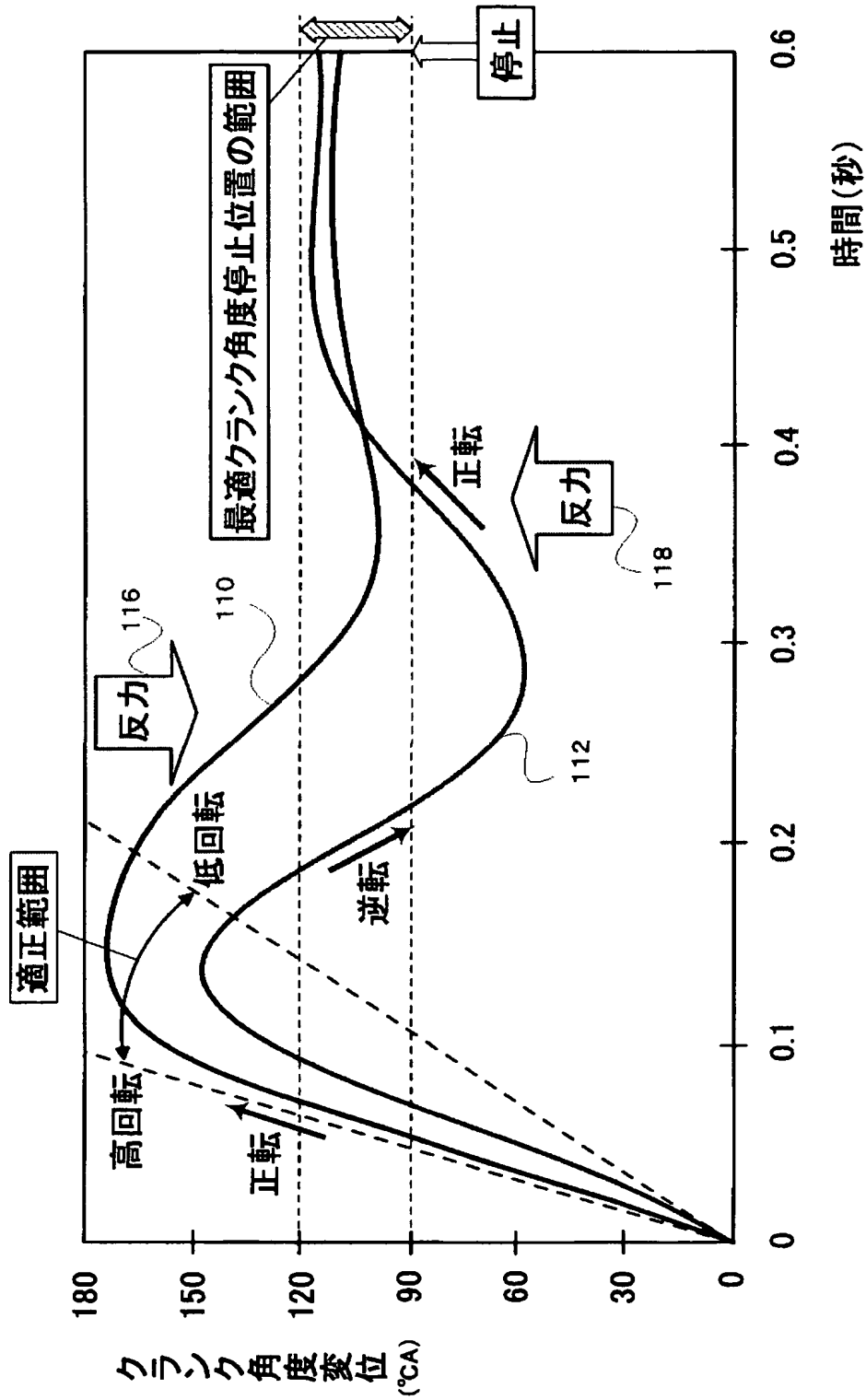


【図 5】

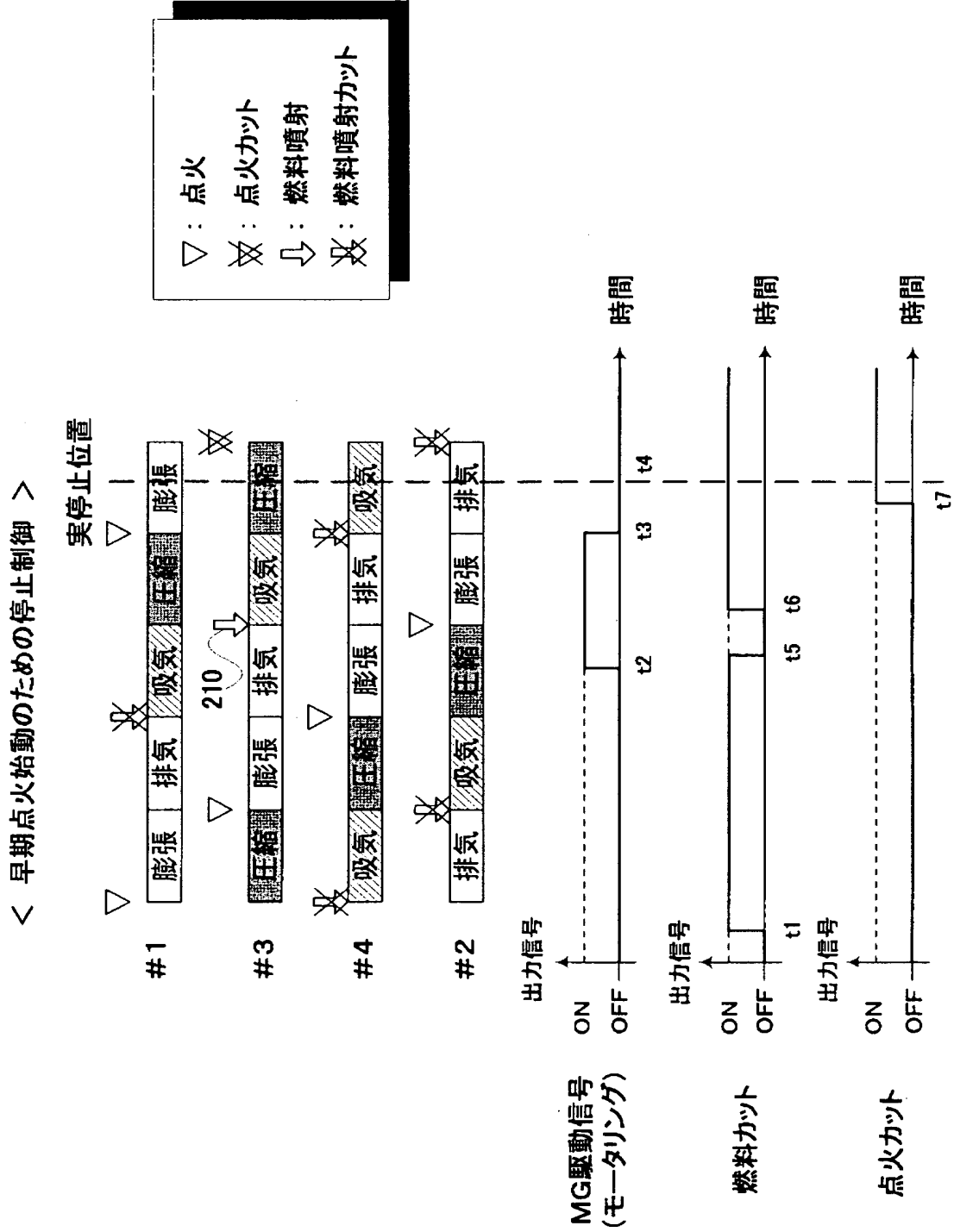


【図 6】

＜ 慣性エネルギーを利用した最適クランク角度停止位置への停止制御 ＞

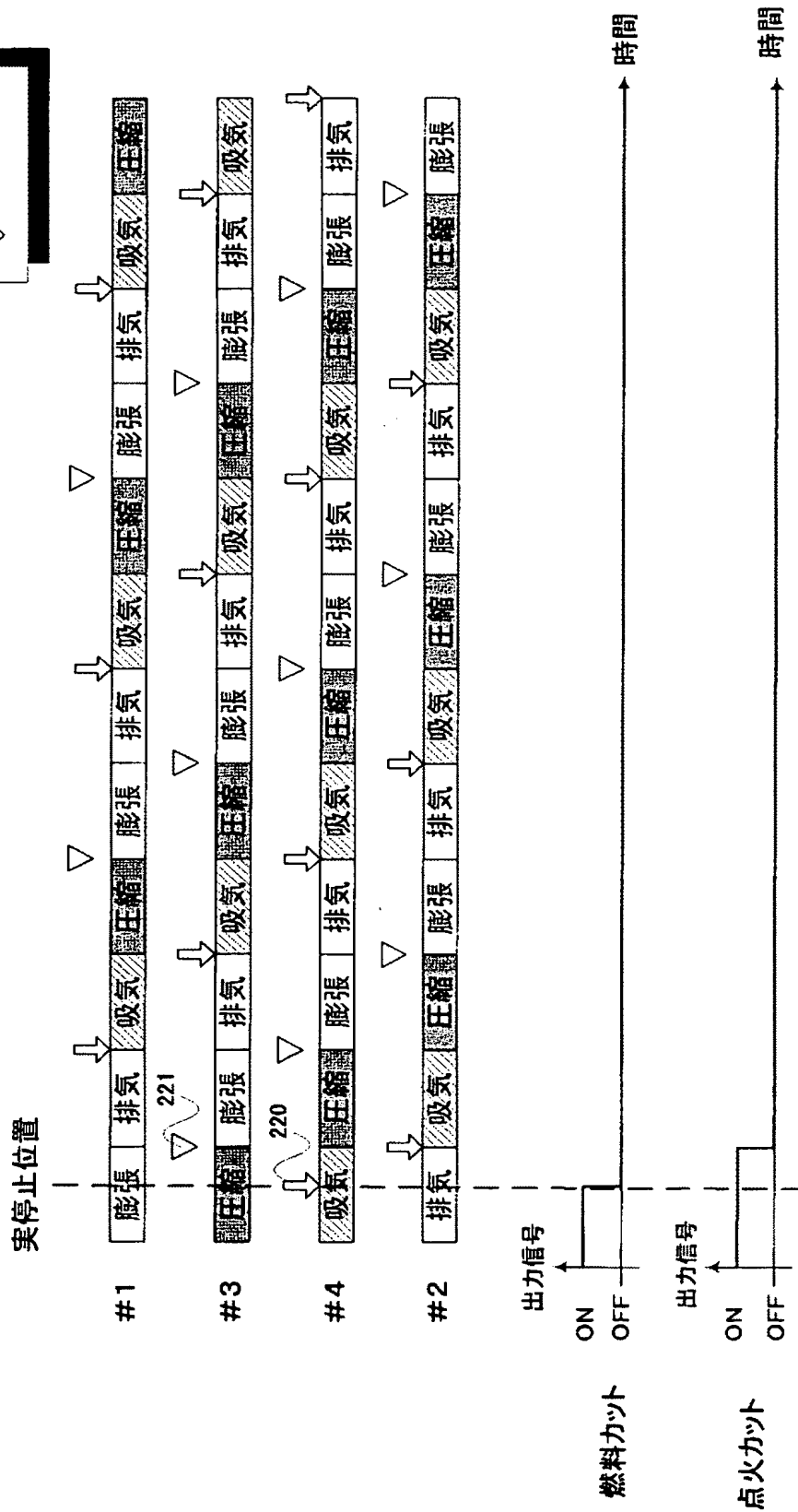


【図 7】

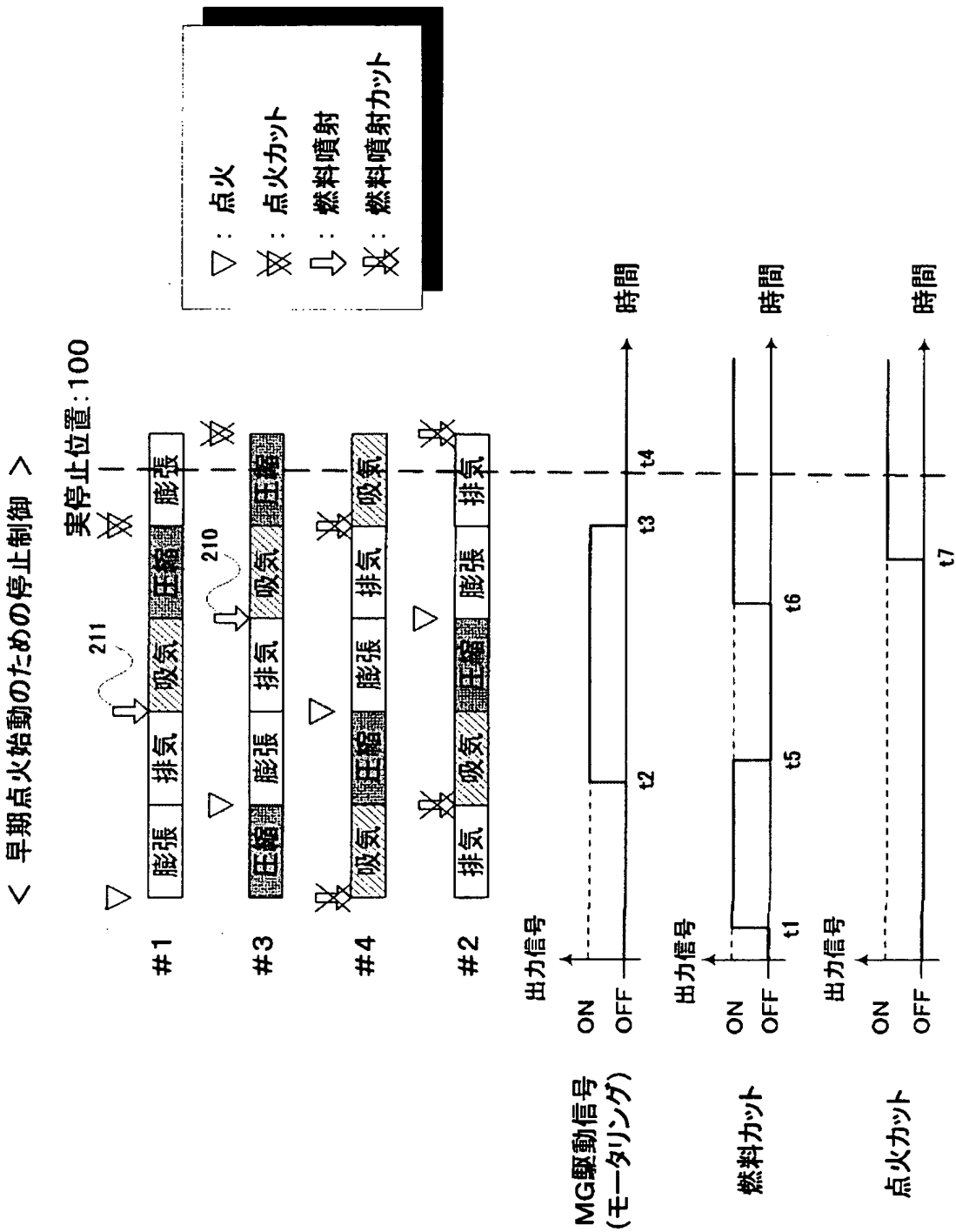


【図 8】

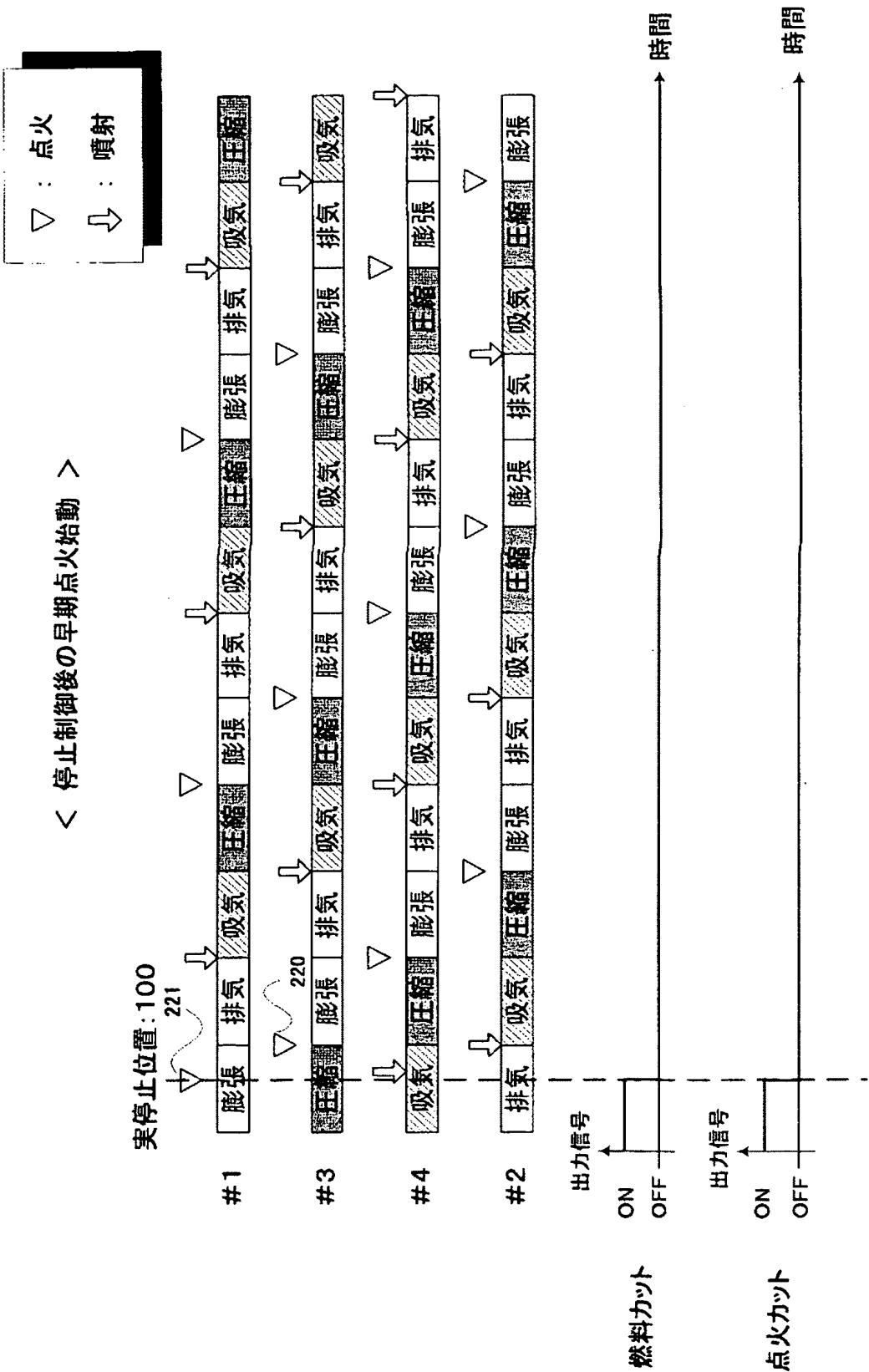
< 停止制御後の早期点火始動 >



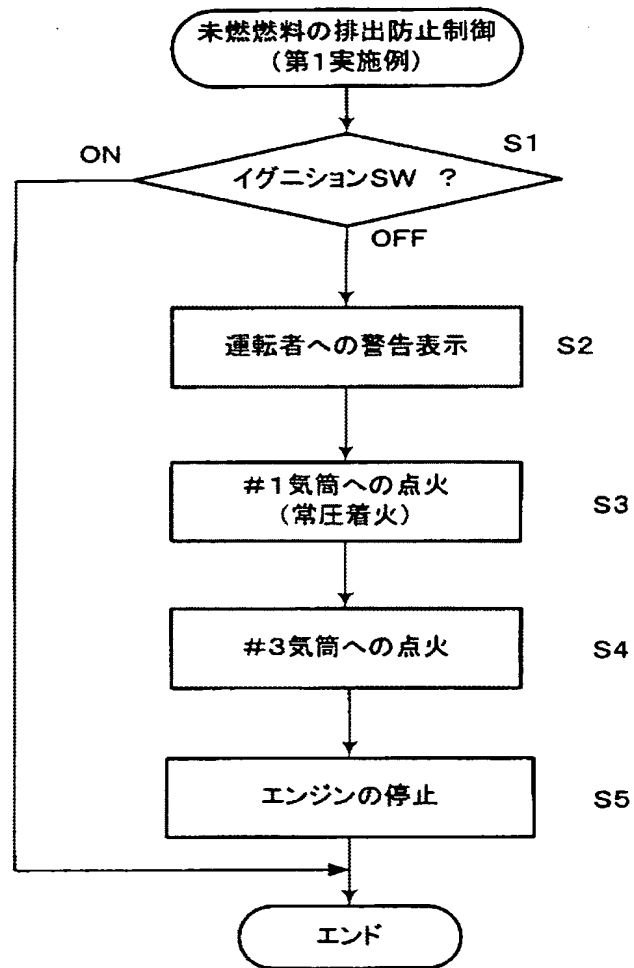
【図 9】



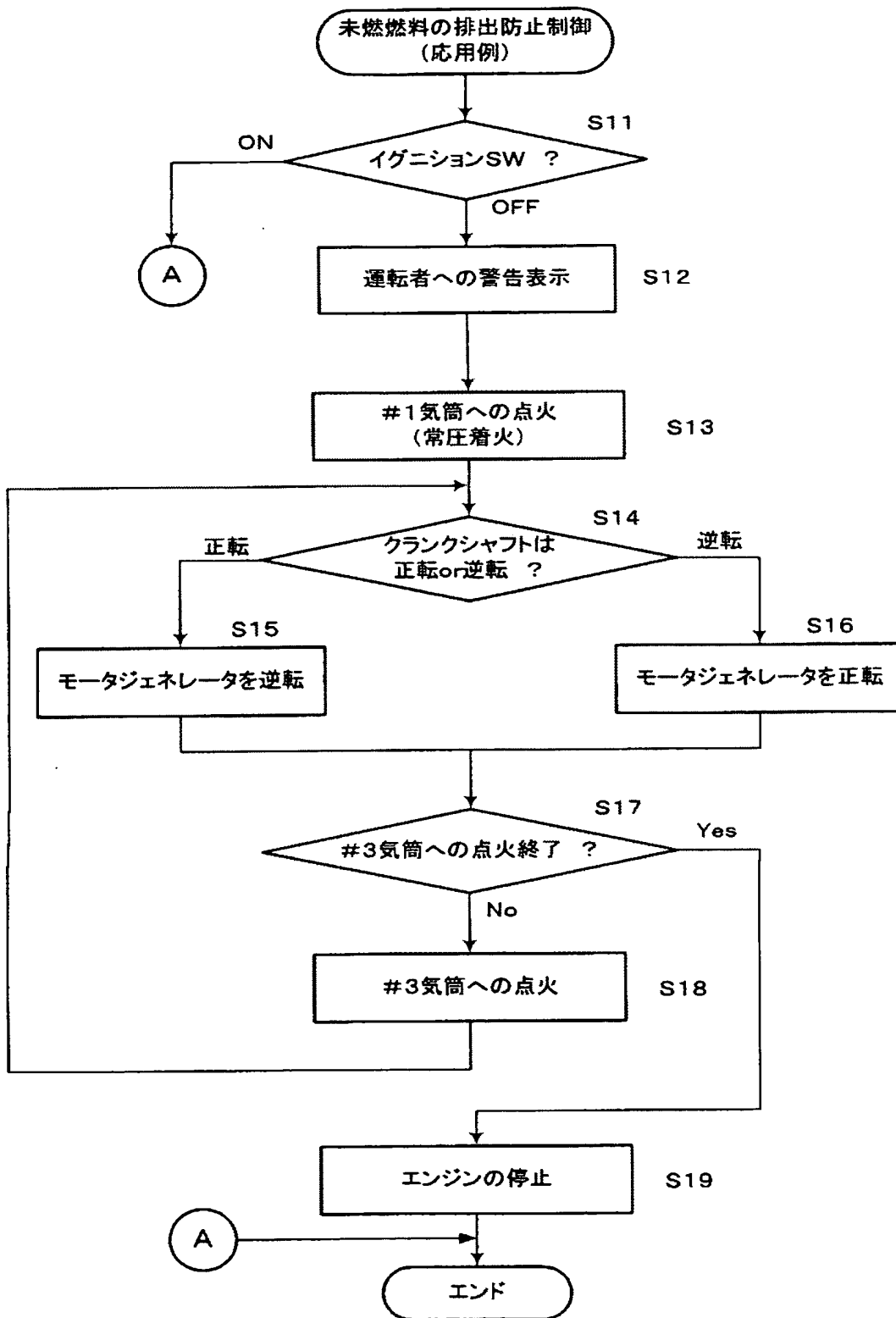
【図 10】



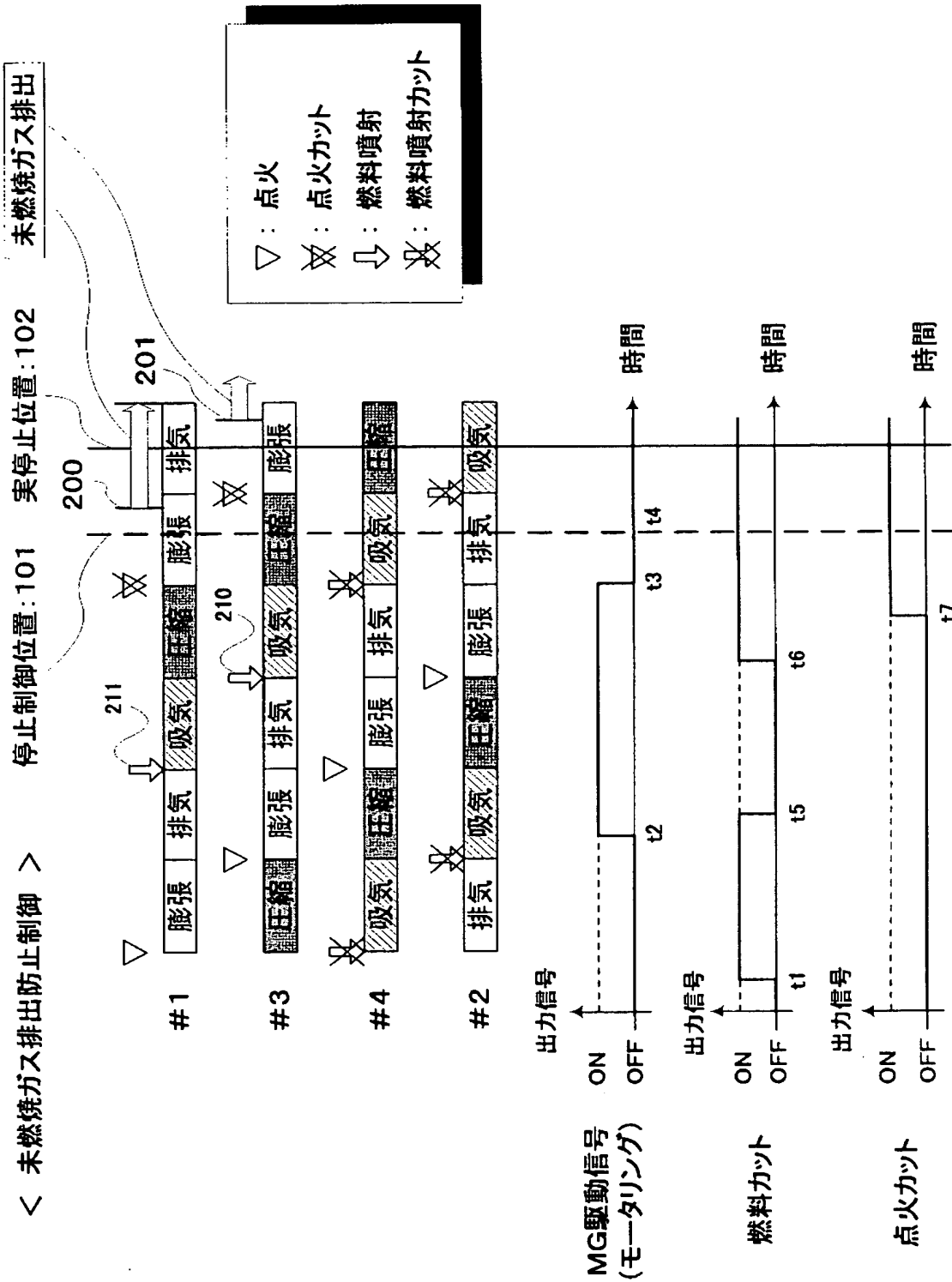
【図 11】



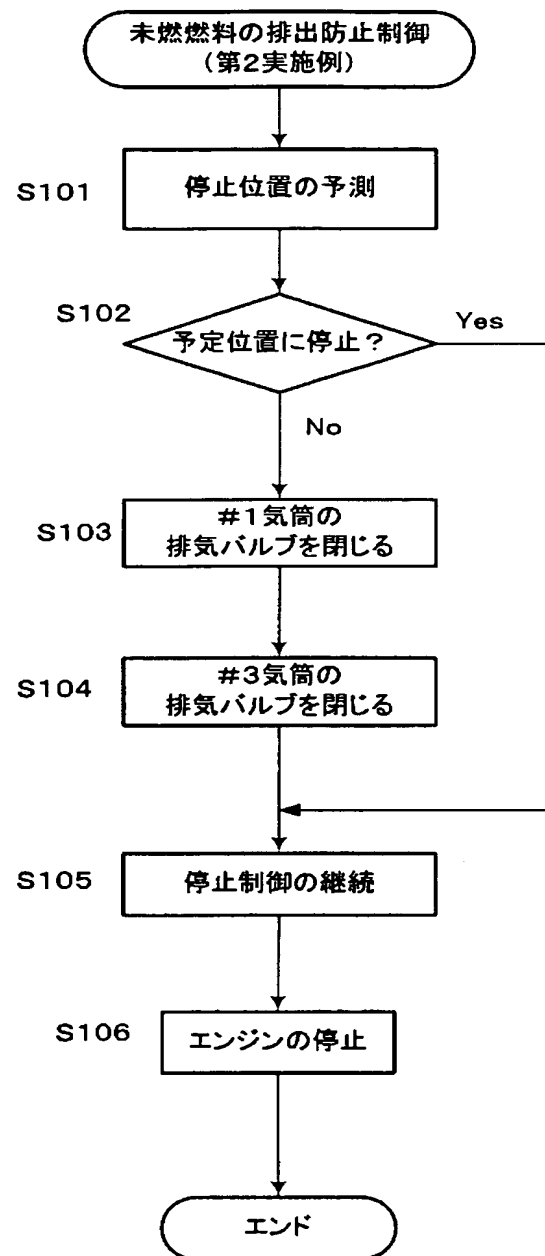
【図12】



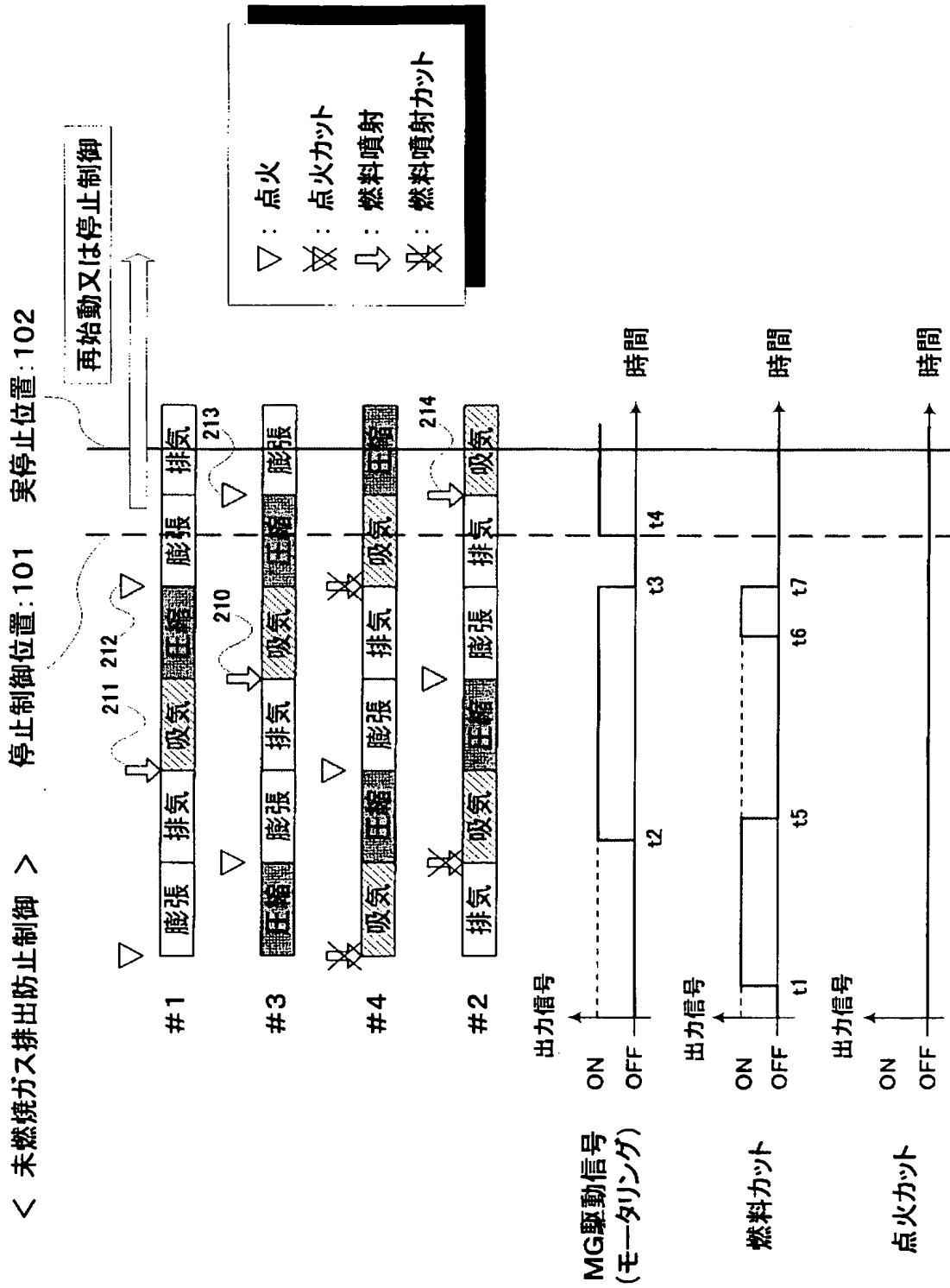
【図 13】



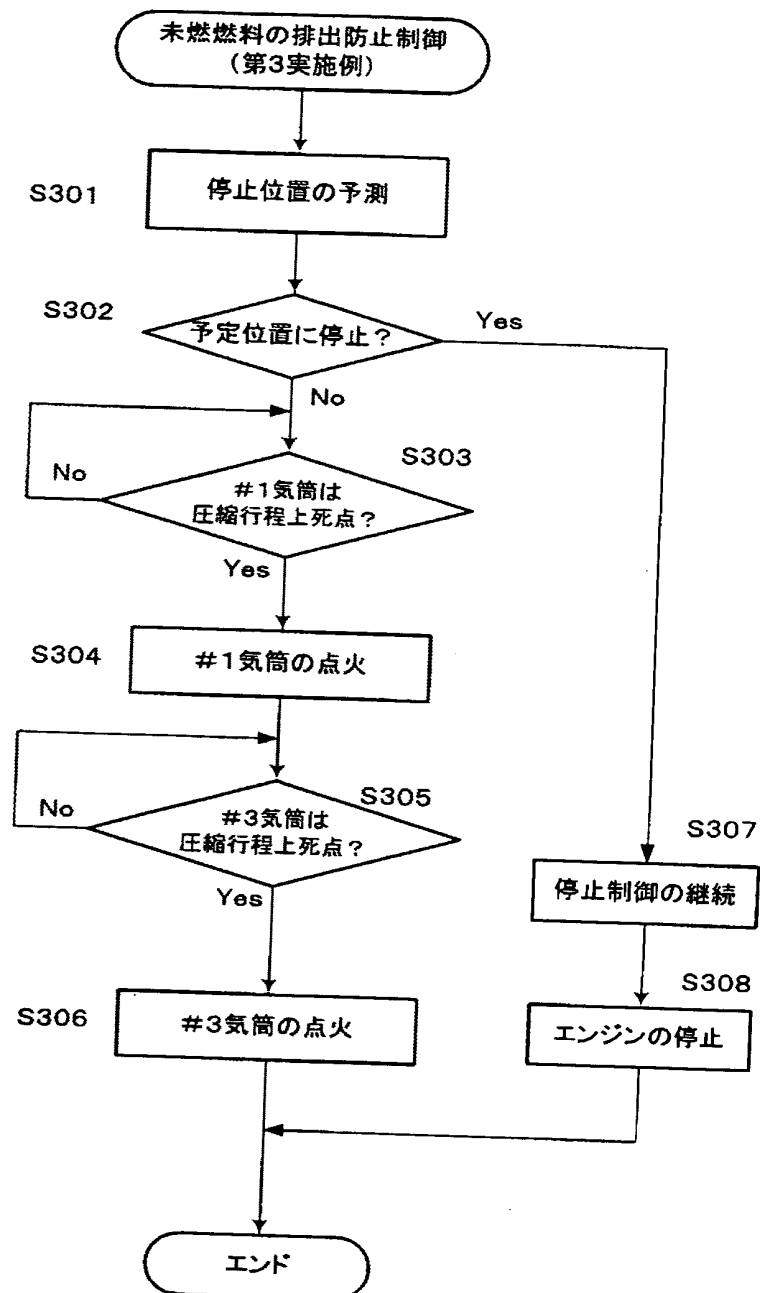
【図 14】



【図 15】



【図 16】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 停止時に特定気筒へ供給された燃料が燃焼されない状態で排出されるのを防止する内燃機関の停止制御装置を提供する。

【解決手段】 アイドリングストップ中に、特定気筒の燃焼室内に未燃燃料が封入された状態で、イグニションスイッチのオフ操作が行われた場合には、その未燃燃料を燃焼させて、その未燃燃料が排出するのを防止する。また、そのとき発生する振動は、クランクシャフトの回転方向と反対の方向にモータジェネレータを回転させることにより抑制することができる。また、特定気筒の燃焼室内に未燃燃料が封入された状態で、その後、その停止位置の予測を誤り、その未燃燃料が排出されると予測される場合には、所定のタイミングで、その特定気筒に対応する排気バルブを閉じるか、或いはその未燃燃料を燃焼させて、その未燃燃料が排出されるのを防止する。これにより、エミッションの悪化を防止することができる。

【選択図】 図 1 1

特願 2 0 0 3 - 0 3 5 0 3 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 2 0 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社